बायोमिमिक्रि (जैव नकल)

प्रकृति से प्रेरित आविष्कार

लेखनः डोरा ली

चित्रः मार्गोट थॉमसन

भाषान्तरः पूर्वा याज्ञिक कुशवाहा

बायोमिमिक्री

एक रोबोट, प्राकृतिक तरीके से सड़ने-गलने वाले प्लास्टिक और वैलक्रो में क्या समानता है? ये सब मानव के उन आविष्कारों में से कुछ हैं जिनकी प्रेरणा प्रकृति से ली गई है। सच तो यह है कि मनुष्य हज़ारों वर्षों से प्रकृति को देखता रहा है - उसकी नकल करता रहा है।

अब एक नया विज्ञान अस्तित्व में आया है बायोमिमिक्री, यानी जीवित वस्तुओं की नकल। बायो का अर्थ होता है जीवन और मिमिक्री का नकल करना। यह आविष्कारकों, वैज्ञानिकों और इंजीनियरों को प्रकृति को बारीकी से देखने को प्रेरित करता है क्योंकि प्रकृति जिस तरह से काम करती है वह इन्सान के काम करने के तरीके से कहीं अधिक टिकाऊ है। जरा पानी को शुद्ध करने की कल्पना करें। प्रकृति आर्द्र भूमि में या दलदलों में पानी का शुद्धीकरण करती है, जिसमें जल वनस्पतियाँ पानी की अशुद्धियों को छान कर उसे साफ़ कर देती हैं। या फिर बिना जीवाश्म ईंधन (फॉसिल फ्यूल्स) के चीज़ों के उत्पादन की बात करें? प्रकृति यह करोड़ों वर्षों से करती आई है।

हम मनुष्य प्रकृति से बहुत कुछ सीख सकते हैं। जीवन की नकल या बायोमिमिक्री, उस सबका दस्तावेजीकरण करती है जो कुछ हमने प्रकृति से सीखा है। और जहाँ प्रकृति हमें भविष्य में तब ले जा सकती है, जब हम अन्य ग्रहों की, नैनो-टेक्नॉलजी की, और पृथ्वी पर टिकाऊ जीवन की पड़ताल कर रहे हों।

बायोमिमिक्रि (जैव नकल)

प्रकृति से प्रेरित आविष्कार

लेखनः डोरा ली

चित्रः मार्गोट थॉमसन

भाषान्तरः पूर्वा याज्ञिक कुशवाहा

हैयली और जेमी के लिए - यह दुनिया तुम्हारी है,
इसे जैसा चाहो आकार दो

- डी.एल.

नैडी के लिए

- एम. टी

आभार

लोर्ने का भी विशेष आभार जिसने मुझ पर भरोसा रखा,
कैन व एलैक्स का भी जिन्होंने मुझे खुद पर भरोसा
करना सिखाया।

अनुक्रम

माता प्रकृति से सीखना

चलो हम अपनी पीठी ठोक खुद को शाबासी दें - हम मनुष्यों ने अच्छा ही किया है। हम शुरुआत से अब तक बेहद कठोर परिस्थितियों में न केवल बचे रहे हैं, बल्की हम फूले-फले, पनपे भी हैं। हमारे आविष्कारों ने हमें मौसम से बचाया है, भोजन उपलब्ध करवाया है, हमें एक से दूसरे स्थान तक पहुँचाया है, हमें स्वस्थ रखा है। प्रकृति को वश में करने की हमारी जंग में हम उस पर काबिज हो सके हैं। हो सकता है इन उपलब्धियों के चलते कुछ लोग हमें सबसे कामयाब नस्ल भी करार दें।

पर अपने इर्द-गिर्द देखो तो शायद तुम यह सोचने लगो कि क्या हमने सचमें सही रास्ता अपनाया है? हमारे शहर हमारे जंगलों को निगल गए हैं, हमने तमाम वनस्पतियों और पशुओं के आवास नष्ट किए हैं। हम अपने घर, वाहन और कारखानों को जिस ईंधन से चलाते हैं, उनका नवीनीकरण कर उन्हें वापस नहीं लाया जा सकता। सच्चाई यह है कि हम जो कुछ भी करते हैं उसके लिए हम संसाधनों का उपयोग करते हैं - खाद्य सामग्री पैदा करने के लिए, सड़कें और स्कूल बनाने के लिए, लिखने के वास्ते कागज़ बनाने के लिए! गिलास भर पानी पीने तक में संसाधन खर्च होता है। हालांकि हम संसाधनों का उपयोग करना बन्द नहीं कर सकते, पर हम कम-से-कम उनका इतनी तेज़ी से उपयोग करना तो बन्द कर सकते हैं।

प्रत्येक दूसरी प्रजाति जिसने इस पृथ्वी को अपना घर बनाया है, उसने इस ग्रह को नष्ट नहीं किया है। तो फिर हम भी ऐसा क्यों नहीं कर सकते?

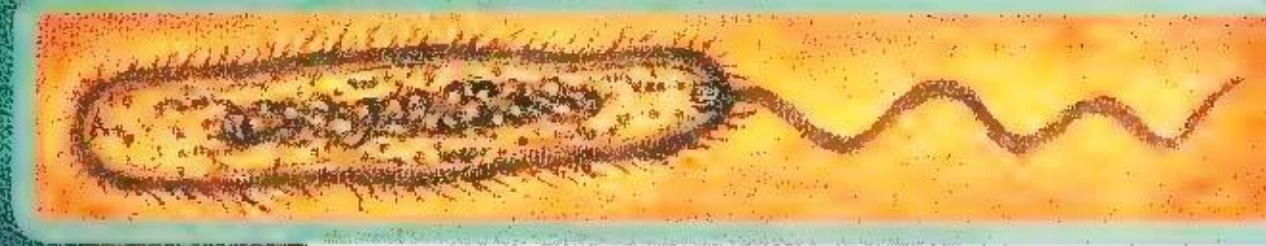
अब अधिक-से-अधिक लोगों को यह अहसास होने लगा है कि हम प्रकृति से कितना और सीख सकते हैं। जो कुछ प्रकृति के लिए कारगर रहा है, क्या वह हमारे लिए भी कारगर नहीं हो सकता! यही विचार बायोमिमिक्री के केन्द्र में है - बायोस् का अर्थ है जीवन, और मिमिक्री का नकल करना।

बायोमिमिक्री वैज्ञानिकों, आविष्कारकों और सामान्य जन को प्रकृति का अध्ययन करने और हमारी समस्याओं को हल करने के लिए उसके ही समाधानों को उपयोग करने को उकसाती है। संभव है कि अगर हम प्रकृति के सिद्धान्तों को लागू करें, तो हम वे तरीके तलाश सकें जिससे इस ग्रह पर बसने वाली सभी प्रजातियाँ फूल-फल सकें, टिकी रह सकें।

प्रकृति ने इसकी कल्पना पहले की थी

ऐसे मानवीय आविष्कार की कल्पना करने की कोशिश करो जिसे प्रकृति पहले स्वयं न बना चुकी हो। यह हवाई जहाज़ तो नहीं हो सकता - क्योंकि उसे तो पक्षियों के आधार पर बनाया गया था। सोनार तकनीक (ध्वनि द्वारा वस्तुओं की स्थिति का पता लगाना)? हमने इस बारे में कुछ सोचा उसके कहीं पहले से चमगादड़ अपनी ध्वनि निकाल आस-पास की वस्तुओं की स्थिति का पता लगाते रहे हैं। इस क्रिया को एकोलोकेशन (प्रतिध्वनि से स्थान का निर्धारण) कहा जाता है!

कोई आश्चर्य नहीं कि प्रकृति ने हमारे कई तथाकथित आविष्कारों में हमें पछाड़ा है। प्रत्येक सजीव वस्तु के सामने ठीक वही समस्याएं आती हैं, जो हम मनुष्यों के सामने आती हैं - भोजन व आश्रय की तलाश और खुद को महफ़ूज़ रखना। पक्षी क्रमिक रूप से विकसित हो उड़ने लगे, ताकि वे अधिक विस्तृत इलाके में भोजन तलाश सकें और तेज़ी से दुश्मनों से बच सकें। चमगादड़ों ने, जो रात में सक्रिय होते हैं, एकोलोकेशन विकसित किया ताकि वे बिना टकराए अंधेरे में कीट-पतंगों का शिकार कर सकें। इस प्रकार के अनुकूलन के लिए सही परिस्थितियों, कुछ सौभाग्य और उद्विकास के लिए लम्बे समय की ज़रूरत पड़ी ताकि श्रेष्ठतम समाधान तलाशे जा सकें। चलो हम प्रकृति के कुछ विलक्षण आविष्कारों को ध्यान से देखें - क्योंकि वे ही हमारे कुछ सबसे उम्दा विचारों की प्रेरणा रहे हैं।

रात में कीट-पतंगों को तलाशने और उनका शिकार करने के लिए चमगादड़ एकोलोकेशन (ध्वनि से वस्तुओं का स्थान निर्धारण) का उपयोग करते हैं।

अधिकतर लोग यह मानते हैं कि मोटर एक मानवीय आविष्कार है। पर जब वैज्ञानिकों ने कोशिकाओं के आन्तरिक कार्यों को करीब से देखा तो वास्तविकता का पता चला। धरती पर मनुष्यों के अस्तित्व के लाखों साल पहले प्रकृति ने एक ऐसी मोटर बना डाली थी जो बैक्टीरिया (जीवाणु) को पानी में इधर-उधर जाने में मदद करती थी। यह अति सूक्ष्म मोटर बैक्टीरिया की लम्बी धागेनुमा पूंछ की चाबुक की क्रिया से संचालित होती थी। इस क्रिया से पानी नीचे और पीछे धकेला जाता था जिससे बैक्टीरिया आगे बढ़ पाता था।

आज के सैनिक ऐसी वर्दियाँ पहनते हैं, और ऐसे वाहन चलाते हैं जो उन्हें एक छद्म आवरण देते हैं। इससे वे आस-पास के परिदृश्य में घुलमिल जाते हैं। पर छद्म आवरण का आविष्कार हमसे पहले पशुओं ने कर लिया था। उदाहरण के लिए एक खास किस्म का मगरमच्छ जिसे स्नैपिंग टर्टल (कटखन्ना कछुआ) कहा जाता है, अपने हाथ-पैर इस तरह सिकोड़ लेता है कि वह एक पत्थर-सा दिखे। तब वह अपनी गुलाबी जीभ को इस तरह लहराता है मानो कोई हिलता-डुलता कीड़ा हो। यह उसके खाने के वक्त मछलियों को आकर्षित करने के लिए सटीक है। इसी तरह वायसरॉय तितलियाँ ज़हरीली मोनार्क तितलियों जैसी दिखती हैं और उनके जैसा आचरण भी करती हैं, ताकि वे खा न ली जाएं। शिशु हिरणों के शरीर पर नजर आने वाले धब्बे उनके शरीर की बाहरी रेखा को तोड़ते हैं, सो उन्हें आसानी से देखा नहीं जा सकता।

बायोमिमिक्री का सबसे मशहूर उदाहरण है वैलक्रो। चालीस से कुछ अधिक वर्षों पहले स्विस आविष्कारक जॉर्ज द मैस्ट्राल ने पाया कि छोटा धतूरा (कॉकलबर) किस मज़बूती से उनकी पैन्ट पर चिपक जाता है। उन्होंने जिज्ञासावश धतूरे को सूक्ष्मदर्शी के नीचे रख कर देखा। उसका हुकनुमा आकार जिस तरह कपड़े की बुनावट में अटक जाता है, इस पर ग़ौर किया। इसने ही उन्हें दो हिस्सों वाले वैलक्रो की प्रेरणा दी, जिसके एक और फंदे (लूप) होते हैं ओर दूसरी ओर अंकुश (हुक)।

क्यों करनी चाहिए हमें प्रकृति की नकल

आज हमारे पास नवीनतम और शानदार तकनीकें हैं जिनसे हम किसी भी चीज़ का निर्माण कर सकते हैं। पर क्या हमारे आविष्कार कारगर सिद्ध होंगे, और कितने समय तक काम करेंगे? प्रकृति के पास आविष्कार करने का तकरीबन 3.8 अरब (बिलियन) वर्षों का अनुभव है। पृथ्वी पर, जो प्रकृति की परम प्रयोगशाला है, प्रकृति ने अपने 'प्रायोगिक मॉडलों को वास्तविक जीवन की परिस्थितियों में लगातार जाँचा-परखा है। जो मॉडल कारगर रहा है, वह बचा है, जो काम नहीं करता वह स्वतः नष्ट हो जाता है। मॉलिक्यूल (अणुओं के समूह) से लेकर पूरे के पूरे पारिस्थितिकीय तंत्र (इकोसिस्टम) तक, जो प्रकृति के आविष्कार हैं, शानदार हरित मशीनें हैं, जो अपने काम को न केवल सटीक तरीके से पूरा करती हैं, बल्की खुद अपनी देखभाल भी करती हैं। उनके विभिन्न हिस्सों में रासायनिक संकेत प्रवाहित होते हैं, जो यह सुनिश्चित करते हैं कि सब कुछ ठीक से काम करता रहे। जब भी उनमें कोई गड़बड़ होती है तो आगे-पीछे संकेत जाते हैं ताकि समस्या के समाधान की क्रिया शुरू हो जाए या कोई दूसरा विकल्प तलाश लिया जाए। यानी प्रकृति में कोई बरबादी नहीं होती। किसी प्रकार के रख-रखाव की ज़रूरत नहीं होती। तो फिर हम प्रकृति की नकल क्यों न करें?

जंगल का तल एक पारिस्थितिकीय तंत्र है - जो वनस्पतियों, पशुओं और फफूंदों का एक टिकाऊ समुदाय है।

किसी साधारण ज़मीन के एक छोटे से टुकड़े में लाखों जीव एक साथ काम करते हैं और फूलते-फलते, पनपते हैं। कृमियाँ मिट्टी में सुरंग बनाती हैं और पौधे मिट्टी में रहने वाले कीड़ों, फफूंदों और बैक्टीरिया को हवा और पानी पहुँचाती हैं। मिट्टी में रहने वाले जीव कृमियों का मल खाते हैं और वे पोषक तत्व पाते हैं जिनकी ज़रूरत उन्हें अपना काम करने के लिए होती है। वे मृत पौधों और पशुओं के टुकड़े कर उन्हें पौधों और पशुओं के लिए भोजन में बदल देते हैं। मिट्टी को जीने लायक और स्वस्थ बनाने के लिए हरेक जीव अपनी भूमिका निभाता है। यह व्यवस्था इसलिए काम करती है क्योंकि हरेक जीवित वस्तु किसी दूसरे पर निर्भर करती है। किसी एक जीव का मल (वेस्ट) किसी दूसरे का भोजन बनता है, या उसे कोई आवश्यक सामग्री उपलब्ध करवाता है। नगर नियोजक ध्यान दें। यह मिट्टी की कोई साधारण ढ़ेरी नहीं है - यह एक टिकाऊ समुदाय है।

काश हम प्रकृति की तरह ढंग से चीज़ों को रीसाइकल यानी उनका फिर से उपयोग कर सकते! प्रकृति में तो कार्बन के अणुओं तक का, जो सजीव वस्तुओं को बनाते हैं, फिर से उपयोग होता है। यह इस तरह होता है। पौधे सूरज के प्रकाश, पानी और हवा में मौजूद कार्बन डाइऑक्साइड (जो कार्बन का एक रूप है) से शर्करा (चीनी) बनाते हैं, जो बढ़ने में उनकी मदद करती है। एक हिरण उस पौधे को खाता है, पौधे का कुछ कार्बन उसकी मांसपेशियों में बदल जाता है। हिरण भी कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ता है, जिसे वह हवा को लौटा देता है। तब एक भेड़िया उस हिरण का शिकार कर उसे खाता है और हिरण के शरीर में मौजूद कार्बन को अपने शरीर में लेता है। जब भेडिए की मौत होती है, मिट्टी में मौजूद जीव उसके शरीर को खण्डित करते हैं और कार्बन को मिट्टी में छोड़ देते हैं, ताकि अन्य पौधे और पशु उसका उपयोग कर सकें। यह क्रम लगातार यों ही चलता रहता है। तुम्हारे शरीर में मौजूद कार्बन का एक अणु 100 करोड़ वर्ष पहले के किसी डायनासोर का हिस्सा रहा हो सकता है!

हमारे शरीर भी हमें कुछ सिखा सकते हैं - दरअसल वे सिखा भी चुके हैं। उदाहरण के लिए हमारे गुर्दे हमारे शरीर में पानी, नमक व अन्य तत्वों का हिसाब रखते हैं। अगर हमने पानी बहुत कम पिया होता है तो गुर्दे दिमाग को संदेश भेजते हैंः 'कुछ पिओ।' अगर पानी बहुत ज़्यादा पी लिया हो तो गुर्दे संदेश भेजते हैंः 'पेशाब करने का समय हो गया है।' वे पोटैशियम, सोडियम, फॉस्फेट आदि लवणों की छटनी करते हैं, और केवल उतना रखते हैं जिसकी शरीर को ज़रूरत हो और बाकी पेशाब के साथ बाहर बहा देते हैं। इस तरह गुर्दे हमारे खून को साफ़ रखते हैं। हमारे गुर्दों ने ही एक चिकित्सक को कृत्रिम गुर्दे - डायलैसिस मशीन को ईजाद करने की प्रेरणा दी। यह मशीन उन मरीज़ों के खून को साफ़ करती है जिनके गुर्दे काम नहीं करते।

पाइनवाइन पौधे (एक प्रकार की लता) 'ऑटो रिपेयर' यानी स्वतः अपनी मरम्मत करने के बारे में हमें कुछ सिखा सकते हैं। जब भी लता की टहनी में किसी कारण से बाहरी दरार पड़ जाती है, उसकी अन्दर की कोशिकाएं फूलती हैं और दरार को भर देती हैं। तब कोशिकाओं की संख्या बढ़ती है ताकि दरार पूरी तरह से बन्द हो जाए। युवा टहनियों में कोशिकाओं की बाहरी सीमाएं मोटी होती हैं ताकि वे कड़ी हो जाएं। पर कोशिकाओं की दीवारें मुलायम होती हैं ताकि लता खुद को सहारा देने वाली चीज़ों के गिर्द लपेट सके। वैज्ञानिक अब ऐसे फोम (छेददार मुलायम रबर) का आविष्कार करने की कोशिश कर रहे हैं जिसका उपयोग भवन निर्माण में नए किस्म की शहतीर के रूप में किया जा सके। जिसमें हवा भरी हो और जो हल्की होने के बावजूद मज़बूत हो, छेद होने पर हवा निकलने की स्थिति में यह फोम फूलेगा और उस छेद को भर देगा, ताकि शहतीर टूट कर ढ़ह न जाए।

कमल का फूल हमेशा बेदाग साफ़ क्यों होता है? कमल के पत्तों और पंखुड़ियों पर छोटे-छोटे जल रोधी (हाइड्रोफोबिक) उभार होते हैं। पानी इन मोमिया उभारों के ऊपर टिकता है और उन उभारों के बीच के कोनों या छेदों में नहीं जा पाता। यही मिट्टी के कणों के साथ भी होता है। जब बारिश होती है पानी कमल के मोमिया पत्तों और फूलों से फिसल कर गिर जाता है और साथ में धूल-मिट्टी को भी ले जाता है। हाल में वैज्ञानिकों ने इस 'कमल प्रभाव' (लोटस इफैक्ट) की नकल करने की कोशिश की है। उन्होंने पुताई के रंगों में अति सूक्ष्म जलरोधी उभारों को मिलाया है, ताकि दीवारों पर जमी धूल-मिट्टी बारिश होने पर साफ़ हो जाए।

जायन्ट रीड (एक तरह की खरपतवार) का तना स्पंजी (स्पंज जैसा) होता है, जो झुकता तो है पर टूटता नहीं। इसलिए नहीं टूटता क्योंकि हरेक शाखा की लम्बाई में कड़क तन्तुओं (फाइबर) के समूह होते हैं। एक अन्य खरपतवार हॉर्सटेल की शाखा अन्दर से खोखली होती है, जो इसलिए बेहद मज़बूत होती है क्योंकि उसकी दो सतहें ब्रेसों द्वारा अलग रखी जाती हैं। वैज्ञानिक इन गुणों को मिला कर ऐसी मानव निर्मित सामग्री बनाने की कोशिश कर रहे हैं जो लचीली होने क साथ मज़बूत भी हो। किसी दिन इस सामग्री का उपयोग हवाई जहाज़ों, वाहनों, इमारतों और खेल उपकरणों के निर्माण में किया जा सकेगा।

दीमक अपनी बाम्बियों/टीलों को उनके आधार से हवा ले उसे वातानुकूलित करती हैं। ठंडी हवा मिट्टी से बनी उन नालियों से बहती हुई बाम्बी के ऊपर तक जाती है। ऊपर जाते-जाते हवा गरमा जाती है और तब बाम्बी से बाहर निकल जाती है। 1990 के दशक में ज़िम्बाबवे में जब कुछ इंजीनियर एक इमारत बना रहे थे, उन्होंने इसी प्रभाव को पैदा करने के लिए बड़े पंखों का उपयोग किया, ताकि उनसे रात में ठंडी हवा अंदर लाई जा सके। दिन के वक्त छोटे पंखे इस ठंडी हवा को कमरों में धकेलते थे। क्योंकि गरम होने पर हवा ऊपर उठती है, उसे छत पर बनी चिमनियों से बाहर निकाल दिया जाता था।

मेपल के बीज का आकार और उसकी संरचना उसे अपने मूल वृक्ष से दूर तक सफ़र करने में मदद करते हैं। इससे यह संभावना बढ़ती है कि वे एक अच्छी जगह पा सकें और तब वहाँ अंकुरित हों। नासा ने यह प्रस्तावित किया है कि वह विभिन्न ग्रहों की छानबीन करने के लिए मेपल बीजों के आकार और संरचना के आधार पर हवाई जहाज़ बनाएगी। इन बीज-पंखों वाले उड़ाकू विमानों को अंतरिक्ष यान से छोड़ा जाएगा और वे गोल चक्कर खाते हुए ग्रह की सतह पर उतरेंगे और अंतरिक्ष यान के उतरने के पहले उसे ग्रह की सूचनाएं एकत्रित कर मूल यान को भेज सकेंगे।

आकार ऐसे जो बचे रहे

वास्तुकार और इंजीनियर ध्यान दें - हो सकता है कि सबसे सटीक डिज़ाइन ठीक आपकी खिड़की के बाहर हो। मधुमक्खी के छत्ते का ही उदाहरण लो, यह षट्कोणी और बेलनाकार बना होता है क्योंकि इसे बनाने में न्यूनतम मोम खर्च होता है और अधिकतम शहद भण्डारित किया जा सकता है। हज़ारों या लाखों वर्षों के दौरान प्रकृति ने छोटे-छोटे सुधार कर मधुमक्खी के छत्ते को ऐसा बना डाला है कि कम से कम सामग्री लगा कर, अधिक से अधिक जगह पाई जा सके।

पर हमारे पास अपने आविष्कारों में फेर-बदल करने के लिए हज़ारों-लाखों साल तो हैं नहीं - खासकर तब अगरचे हम उन आविष्कारों का इस्तेमाल करना चाहते हों। सो अक्लमन्दी इसी में है कि हम प्रकृति के अनुभव का फ़ायदा उठाएं। आख़िर प्रकृति द्वारा बनाए गए आकार और संरचनाएं समय की परीक्षा में खरे उतरे हैं। ऊपर दिए गए उदाहरण दर्शाते हैं कि वैज्ञानिक और आविष्कारक प्राकृतिक जगत से विचार उधार लेते रहे हैं।

मधुमक्खियाँ अपने छत्ते इस तरह बनाती हैं कि वे न्यूनतम सामग्री खर्च कर अधिकतम शहद का भण्डारण कर सकें।

चतुर संरचनाएं

'चतुर' होने का मतलब क्या होता है? अगर इसका मतलब यह है कि जो आपकी इन्द्रियाँ आपको बताएं उस पर तर्कसंगत प्रतिक्रिया करना, तो इन्सान और पशु निश्चित रूप से चतुर हैं। पर वनस्पतियाँ, जीवाणु और फफूंद? ज़ाहिर है वे सोचते नहीं हैं, पर वे अपने वातावरण में आए बदलावों को भांप सकते हैं, उन्हें महसूस करते हैं और उन पर प्रतिक्रिया भी करते हैं।

कुछ सजीव वस्तुएं प्रकाश, नमी और कुछ रसायनों की मौजूदगी को महसूस कर लेती हैं, और उनकी ओर बढ़ती हैं। उदाहरण के लिए स्नो बटरकप्स् (एक प्रकार के फूल) को ही लें। वे हर दिन अपना मुख सूरज की ओर करते हैं, और जब सूरज आसमान में पूर्व से पश्चिम की दिशा में बढ़ता है, वे उसका पीछा करते हैं। कुछ दूसरे जीवों की संरचनाएं ऐसी होती हैं कि उन्हें अपने आसपास जो रहा हो उसका आभास हो जाता है, और तब वे उन्हें क्या करना चाहिए यह तय भी कर लेते हैं। वीनस फ्लायट्रैप (कीटभक्षी पौधे का फूल) नामक फूल तब फौरन बन्द हो जाते हैं जब उसे अपनी पंखुड़ियों के दो या अधिक बालों पर किसी कीड़े के होने के कारण गुदगुदी महसूस होती है।

कई जीव ऐसे अंग या आचरण विकसित कर लेते हैं, जो उनके वातावरण के लिए अनुकूल हों। ये रणनीतियाँ सचेतन चिंतन का नतीजा नहीं होतीं, बल्की कई पीढ़ियों के दौरान प्रयोग करने और उनमें हुई गलतियों से सीखने का नतीजा होती हैं। क्रमशः विकसित की गई ये 'चतुर संरचनाएं' किसी विशेष ट्रिगर (उत्प्रेरण) की खास तरह की प्रतिक्रिया होती हैं। वैज्ञानिक प्रकृति की इन चतुर संरचनाओं का बारीक अध्ययन कर उन सुरागों को तलाश रहे हैं ताकि हमें अपनी चतुर संरचनाओं को बनाने में मदद मिले। अब तक के नतीजे उत्साहजनक रहे हैं।

स्नोबटरकप्स् के पौधे सूर्य को महसूस करते हैं और अपने फूलों को उसकी दिशा में मोड़ते जाते हैं।

सिडनी, ऑस्ट्रेलिया में सन् 2000 के ग्रीष्म ओलेम्पिक खेलों में तैराकी के 38 में से 28 स्वर्ण पदक उन तैराकों को मिले जिन्होंने शार्क स्किन से प्रेरित पोशाकें पहनी थीं। ऐसा क्यों हुआ होगा? दरअसल शार्क की चमड़ी की बनावट ऐसी है जो पानी में विक्षोभ (टरब्यूलेंस या उथल-पुथल) को कम करती है। पानी की उथल-पुथल तैरने की गति पर असर डालती है और तैरने की गति को कम कर देती है। शार्क की चमड़ी पर छोटे अंडाकार शल्क होते हैं, जो उसके शरीर पर इस तरह वितरित होते हैं कि वे पूरे शरीर पर नालियाँ बनाते हैं। सामान्यतः जब पानी किसी तैरती वस्तु से, जैसे शार्क के शरीर से, टकराता है तो उसमें उथल-पुथल मचती है। पर शार्क के शरीर पर अंडाकार शल्कों से बनी नालियाँ उस पानी की सीधा-सपाट कर देती हैं, और शार्क के लिए तैरना आसान बन जाता है।

प्रकृति बिना पिगमेंट (रंगद्रव्य) के रंग बना सकती है, जो अक्सर विषैले रसायनों से बने होते हैं। हम भी ऐसा कर सकते हैं। नीली मोर्फो तितलियों का ख़ूबसूरत नीला रंग पारदर्शी संरचनाओं की कई सतहों से बना होता है जो उसके शल्क बनाते हैं। प्रत्येक सतह एक खास कोण पर नीले प्रकाश को प्रतिबिंबित करती है। नीले प्रकाश की सतह दर सतह का साझा असर हमारी आँखों से टकराता है। तब हम केवल नीला रंग नहीं देखते हम नीला जमा नीला जमा नीला - यानी एक सघन चमकदार नीला देखते हैं। जापान की एक कपड़ा कम्पनी ने एक झिलमिलाता कपड़ा विकसित किया जो अलग-अलग मोटाई के धागों से बुना था ताकि वह प्रकाश को उसी तरह प्रतिबिंबित करे जैसे मौर्फो के पंख पर बने शल्क करते हैं।

देवदार के शंकुओं को यह कैसे पता चलता है कि उसे कब अपने शल्कों को खोलना है, ताकि उसके बीज निकल कर बाहर गिर सकें? देवदार के शंकुओं के शल्क दो सतहों से बने होते हैं। जब वातावरण में नमी होती है, तो बाहरी सतह तेज़ी से पानी सोख कर फूल जाती है और शल्क को बन्द कर देती है। पर जब हवा सूखी होती है, तब बाहरी सतह अपना पानी खो सिकुड़ जाती है, जिससे शल्क खिंच कर खुल जाते हैं। मतलब यह कि सूखे मौसम में बीज बाहर निकल आते हैं और हवा उन्हें अपने मातृ वृक्ष से दूर उड़ा ले जाती है। इस सरल पर असरकारी तकनीक से प्रेरणा ले शोधकर्ताओं ने ऐसे कपड़े को विकसित किया जिसके पल्ले (फ्लैप) पसीना आने पर खुल जाते हैं, ताकि आप ठंडे हो सकें और पसीना सूखने पर बन्द हो जाते हैं।

कॉर्प्स लिलि (शव पुष्प), जिसके मांसल फूलों से सड़े मांस की गंध आती है, यों ही सडांध नहीं मारता - यह गंध उन मधुमक्खियों को आकर्षित करती है जो परागण करती हैं। तुम्हारे लिए भी एक चुनौती है: क्या तुम किसी ऐसे तरीके का आविष्कार कर सकते हो जिससे इन्सान कॉर्प्स लिलि की बदबू मारने की रणनीति का उपयोग अपनी किसी समस्या का समाधान करने के लिए कर सके?

नीले शंबुक (सीपियाँ) ज्वार-भाटे के कारण बह जाने से बचने के लिए खुद को चट्टानों से चिपका लेते हैं। ऐसा वे स्वयं बनाए बायसल धागों से करते हैं। हरेक बायसल धागे पर एक खास तरह का लेप होता है जो उसे लगातार टकराती लहरों और भूखे जीवाणुओं से बचाता है। कुछ सालों में यह लेप हट जाता है और बायसल धागा पानी में घुल जाता है। वैज्ञानिक भी ऐसे लेप को विकसित करने की कोशिश कर रहे हैं, जो उन वस्तुओं को तब तक सुरक्षित रखे जब तक उनका उपयोग हो रहा हो, पर तब कुछ वर्षों बाद वह स्वतः ही सड़-गल जाए ताकि वे हमारे अपशिष्ट भराव क्षेत्रों (लैण्ड फिल) में जगह न घेरें।

अधिकतर प्लास्टिक की शुरुआती सामग्री के रूप में अनवीकरणनीय संसाधन काम में लिए जाते हैं - पेट्रोल, अपरिष्कृत तेल या कोयला। इन सामग्रियों को प्लास्टिक में बदलने के लिए काफ़ी ऊर्जा का उपयोग करना पड़ता है। साथ ही प्लास्टिक से बनी सामग्रियाँ प्राकृतिक वस्तुओं की तरह सड़ती-गलती भी नहीं हैं। एक नई तरह का प्लास्टिक इस स्थिति को बदल सकता है। इसे संतरों के छिलकों और कार्बन डाइऑक्साइड से बनाया जाता है। यानी इसकी शुरुआत नवीकरणीय सामग्री से होती है और इसे बनाने में ऊर्जा भी कम खर्च होती है क्योंकि इसकी उत्पादन प्रक्रिया एक रसायन से आरंभ होती है। सबसे अच्छी बात यह है कि यह नया प्लास्टिक कार्बन डाइऑक्साइड का इस्तमाल करता है, जो अन्यथा वैश्विक तापमान को बढ़ाने में योगदान देता।

नैक्रे, जो एबलोनी सीपियों की चमकीली बाहरी परत होती है, अधिकतर कैल्शियम कार्बोनेट से, यानी खड़िया से, बनी होती है। पर नैक्रे इतना कठोर होता है कि अगर सीपी पर से एक ट्रक भी गुज़र जाए तो भी टूटती नहीं। जो बात इन सीपियों में दरार नहीं पड़ने देती है, वह यह है कि नैक्रे की बनावट ईंट और गारे की शैली में बनी होती है। 'ईंटें' सख्त होती हैं फिर भी टूट सकती हैं अगर उन्हें प्रोटीन के 'गारे' से आपस में जोड़ा नहीं गया होता। एबालोनी नैक्रे से बनी अपनी खोल को बिना ताप, बिना जटिल उपकरणों या रसायनों के बनाते हैं। वैज्ञानिक इस प्रक्रिया को समझने की कोशिश कर रहे हैं ताकि वे भी साधारण स्थितियों में अत्यधिक मज़बूत सामग्री की रचना कर सकें।

जादुई सामग्रियाँ

प्राकृतिक सामग्रियाँ जैसे लकड़ी, रेशम, ऊन और हड्डियाँ देखने में अलग-अलग होती है, उन्हें छूने पर उनका स्पर्श भी अलग-अलग होता है, और उनका उपयोग भी बिलकुल अलग तरह से किया जाता है। फिर भी उनमें कुछ समानता होती है। उनकी रचना/निर्माण ऐसी प्रक्रियाओं से किया जाता है जो पर्यावरण के लिए अनुकूल हों। साथ ही उनमें पानी जैसी सामान्य सामग्रियों का उपयोग किया जाता है। जब उनका उद्देश्य (जिस लिए उन्हें बनाया गया था) पूरा हो जाता है, वे सड़-गल कर मिट्टी में मिल जाती हैं।

मानव निर्मित सामग्रियाँ इससे ठीक उल्टी होती हैं। हम 'हीट-बीट-एण्ड ट्रीट' विधि से कृत्रिम (सिंथेटिक) सामग्रियाँ बनाते हैं, जैसे प्लास्टिक या नायलॉन। हम चीज़ों को पिघलाते हैं, उन्हें गला कर मिलाते हैं या तेज़ ताप और उच्च दबाव में उन्हें पिचकाते हैं, या फिर कठोर रसायनों का उपयोग कर उन्हें आकार देते हैं। जब पहले-पहल कृत्रिम सामग्रियों का आविष्कार हुआ, लोगों को उनके टिकाऊपन पर अचरज होता था। पर अब हमें अहसास हो गया है कि ठीक यही हमें नहीं चाहिए - ऐसी सामग्रियाँ जो इतने लम्बे समय तक टिकी रहें कि जब हम उन्हें बेकार मान फेंकें, तब भी वे नष्ट न हों और अपशिष्ट भराव क्षेत्रों (लैण्डफिल्स) में हमेशा के लिए बनी रहें। क्या हम प्रकृति के समान प्रक्रियाओं का इस्तेमाल कर ऐसी सामग्रियाँ भी बना सकते हैं जो प्राकृतिक चीज़ों की तरह आचरण करें?

पेड़ के तने की लकड़ी स्वयं पेड़ ही पानी और सूरज के प्रकाश का उपयोग कर बनाता है। जब पेड़ मर जाता है, उसकी लकड़ी सड़-गल जाती है और अनेक पोषक तत्वों को छोड़ती है। कई बार एक सड़ता-गलता पेड़ अन्य पेड़-पौधें के लिए एक परिचारक ('नर्स') वृक्ष बन जाता है।

रचनात्मक संप्रेषण

मनुष्य ने सूचनाओं को इकट्ठा करने और उन्हें लम्बी दूरी तक प्रसारित करने के विलक्षण तरीके ईजाद कर लिए हैं। हमारी संप्रेषण तकनीक गुफा चित्रों से शुरू हो, ई-मेल और फाइबर ऑप्टिकस तक विकसित हुई है। इनमें से कुछ आविष्कार, जैसे टेलिफोन या डीवीडी प्लेयर का प्रकृति के साथ कोई संबंध नहीं दिखता, पर अगर प्रकृति से प्रेरणा नहीं ली जाती तो कुछ दूसरी चीज़ों का आज अस्तित्व ही नहीं होता। उदाहरण के लिए कैमरा ठीक उसी तरह काम करता है जैसे मनुष्य की आँख। कैमरे में जो डायफ्राम (बीच का छेद) होता है उसका आकार कैमरे में घुसने वाले प्रकाश के हिसाब से बदलता है। ठीक उसी तरह जैसे आँख की पुतली प्रकाश को नियंत्रित करने के लिए अपना आकार बदलती है।

मनुष्य की आँख ही दूसरों तक सूचना नहीं पहुँचाती। उदाहरण के लिए कई पशु भी विशेष संकेत दे कर संप्रेषण करते हैं। किसी भेड़िए को जब यह अहसास हो जाता है कि वह लड़ाई में हारने वाला है, वह लोट लगा कर अपना गला और पेट हमलावर के सामने कर संकेत करता है कि 'मैंने हार मान ली है।" उत्तरी अटलान्टिक की मुर्गाबी के बच्चे "मुझे खाना खिलाओ" का संकेत देने के लिए अपनी माँ की चोंच पर बने लाल धब्बे को टूंगते हैं। जैसे-जैसे वैज्ञानिक अन्य जीवों के संप्रेषण के तौर-तरीकों की अधिक गहराई से छान-बीन करते जा रहे हैं, वे कई नए तरीकों को जानने लगे हैं, जो इस बात का संकेत है कि भविष्य में संप्रेषण की विधियाँ बदलेंगी।

शिशु मुर्गाबी अपने पालकों की चोंच पर बने लाल स्थान पर चोंच मार यह बताते हैं कि "मुझे खाना चाहिए।"

स्क्विड (विद्रूप) शिकारियों से बचने के लिए, उन्हें चौकाने के लिए, या आपस में संप्रेषण करने के लिए अपना रंग बदल लेते हैं। यह क्षमता उन्हें उनकी चमड़ी के नीचे बनी एक खास रंगद्रव्य (पिगमेंट) से भरी थैलियों से मिलती है, जिन्हें क्रोमैटोफोर कहा जाता है। जब स्क्विड क्रोमैटोफोर के गिर्द बनी मांसपेशियों को सिकोड़ता है, तो थैली खुल जाती है और अन्दर भरे रंगद्रव्य को दिखाती है। जब ये मांसपेशियाँ शिथिल होती हैं तो क्रोमैटोफोर बन्द हो जाता है और सिकुड़ कर उसके नीचे की चमकदार परत को दर्शाता है। बन्द और खुले क्रोमैटोफोर का पैटर्न यह निर्धारित करता है कि स्क्विड की बाहरी चमड़ी के रंगों का क्या पैटर्न होगा। कुछ इलेक्ट्रॉनिक बिलबोर्ड (इश्तहार) और ई-पुस्तकें इसी सिद्धान्त का उपयोग करते हैं। खुले माइक्रोकैपस्यूल का पैटर्न, जिनमें सफेद या काले कण होते हैं, उस संदेश के अक्षर बनाते हैं, जो हमें सामने नज़र आते हैं।

हमें यह विचार सूझा उसके करोड़ों साल पहले प्राचीन समुद्री स्पंज, फाइबर ऑप्टिकस का इस्तेमाल करते थे, ताकि वे समुद्र तल से प्रकाश एकत्रित कर अन्य स्पंजों तक उसे भेजें। इसलिए उनका नाम 'वीनस की फूलों की टोकरी' पड़ा। स्पंजों के गिर्द खनिजों से बना एक पिंजड़ा होता है, जिसके किनारे पर महीन मूंछें होती हैं। ये मूंछें उसी सामग्री से बनी होती हैं जिससे हम हाई-टैक (उच्च तकनीक) फाइबर ऑप्टिकस केबल (तार) बनाते हैं, पर एक महत्वपूर्ण अंतर के साथ। स्पंज की मूंछ के हरेक तन्तु के अन्दर प्रोटीन का एक धागा होता है। वैज्ञानिकों का मानना है कि यह प्रोटीन हमारी फाइबर ऑप्टिकस तकनीक को बेहतर बना सकता है।

पानी के नीचे संचार के आधुनिक उपकरण ध्वनि तरंगों का उपयोग कर सूचनाएं भेजते और प्राप्त करते हैं - यह कुछ वैसे ही काम करता है जैसे रेडियो, पर सिर्फ पानी के नीचे। ये संदेश तब बिखर जाते हैं जब उन्हें बहुत दूर तक जाना पड़े। इसलिए क्योंकि नौकाओं, मशीनों और अन्य समुद्री जीवों का शोर और प्रतिध्वनियाँ संदेश के संचारण में हस्तक्षेप करते हैं। पर ग़ौर करें कि डॉल्फिनों को दूर तक संप्रेषण करने में कोई दिक्कत नहीं होती। पता चला है कि इसका राज़ गाने में है। डॉल्फिन अपनी आवाज़ में उतार-चढ़ाव लाते हैं, यानी उसे तीव्र से मंद्र में बदलते हैं। ऐसा कर वे अपने संकेतों और उन दूसरी ध्वनियों में फर्क ला पाते हैं, जो उनके संदेशों में बाधा डालें। एक कम्पनी जो पानी के नीचे संचार के उपकरण बनाती है, उसने डॉल्फिनों के ध्वनि पैटर्नों की नकल कर ऐसे मोडम (नेटवर्क उपकरण) विकसित किए हैं जो पानी में मौजूद अन्य ध्वनियों और भेजे गए संदेश में अंतर कर पाएं। इससे आँकड़ों/सूचनाओं को कहीं अधिक दूरी तक प्रसारित किया जा सकता है।

हमारी कोशिकाएं एक ऐसी परत से ढ़की होती हैं जो अधिकतर चर्बी से बनी होती है। इसे कोशिका मैम्ब्रेन (झिल्ली) कहा जाता है। वैज्ञानिक चर्बी के कृत्रिम बुलबुले बनाने की कोशिश कर रहे हैं, जिन्हें लिपोसम कहा जाता है, जो इस कोशिका के मैम्ब्रेन की नकल करते हैं। इन लिपोसम में दवाएं भरी जा सकती हैं, और उन्हें शरीर में इंजेक्शन (सूई) के द्वारा डाला जा सकता है, ताकि वे रोगों से लड़ें। क्योंकि वे असली कोशिकाओं जैसे दिखते हैं, लिपोसम शरीर में मौजूद प्रतिरोधकों से बच निकल सकते हैं और तब अन्दर प्रवेश कर दवा को छोड़ सकते हैं। चर्बी की झिल्ली के छद्‍म-आवरण के बिना वे दवा पहुँचा सकें उसके पहले ही रोग-प्रतिरोधक तंत्र उन्हें विदेशी तत्व मान उस पर हमला कर देगा।

फ्लू रोग पैदा करने वाले वायरस (विषाणु) जैसे तमाम अन्य वायरस शरीर के रक्षा तंत्र से बच निकलने में और तब मनुष्य की कोशिकाओं से चिपट जाने में माहिर होते हैं। तब वे कोशिकाओं पर काबिज़ हो जाते हैं और अपनी संख्या बढ़ाने में जुट जाते हैं। वे आखिरकार फटते हैं और मानव शरीर में हज़ारों वायरस छोड़ते हैं, जो और अधिक कोशिकाओं पर नियंत्रण पा लेते हैं। चिकित्सा शोधकर्ता अब ऐसा कृत्रिम वायरस विकसित करने में जुटे हैं जो असली वायरसों जैसा आचरण तो करते हैं, पर एक अन्तर के साथ। मानव निर्मित वायरस कोशिकाओं तक आनुवांशिक (जैनेटिक) सामग्री ले जाते हैं जो रोग उत्पन्न नहीं करते बल्की कुछ गड़बड़ियों को सुधारते हैं।

बैक्टीरिया से लड़ने के लिए अमूमन एन्टीबायोटिक से उन पर हमला किया जाता है। पर फिर भी कुछ तगड़े बैक्टीरिया हमेश बच जाते हैं। उन्हें और उनके वंशजों को एन्टीबायोटिक से मारा नहीं जा सकता क्योंकि उनमें उसका प्रतिरोध करने की क्षमता पैदा हो जाती है। इस कारण वैज्ञानिक बैक्टीरिया पर काबू पाने के नए तरीके तलाशने की कोशिश कर रहे हैं। यह तलाश उन्हें लाल समुद्री खरपतवार (रेड सीवीड) तक ले गई है - ये ऐसे जीव हैं जिन पर बायोफिल्म (पतली और आम तौर पर प्रतिरोधी परत) कभी नहीं बनती। बायोफिल्म बैक्टीरिया की वह परत है जो तब बनती है जब कुछ बैक्टीरिया एक रासायनिक संदेश भेज दूसरों को अपने साथ जुड़ने के लिए बुलाते हैं। पर लाल समुद्री खरपतवार एक नकली/झूठा संदेश भेजती है जिसे 'सीवीड स्पैम' कहा जा सकता है। यह स्पैम या नकली संदेश बैक्टीरिया के असली संदेश की जगह ले लेता है। क्योंकि असली संदेश जाता ही नहीं बायोफिल्म बन ही नहीं पाती। लाल समुद्री खरपतवार की रणनीति की नकल कर वैज्ञानिक ऐसे रासायनिक संदेश बनाने की कोशिश कर रहे हैं जिससे बायोफिल्म बनने को रोका जा सके।

हमारी कुछ बेहद सशक्त दवाएं वनस्पतियों से आई हैं। पर पेड़-पौधों के औषधीय गुणों को पहचानने में, जाँचने में समय लगता है। अब तक हम कुल 300,000 ज्ञात वनस्पतियों में से केवल 5,000 को जाँच सकें हैं। हाल में कुछ वैज्ञानिक प्रकृति की मदद से इस लम्बे रास्ते का शॉर्टकट निकाल रहे हैं। वे चिम्पान्ज़ियों का अवलोकन कर देखते हैं कि बीमार चिम्पान्ज़ी किन पौधों को खोज कर खाते हैं। वे तब उन पौधों को जाँचते हैं।

चिकित्सकीय करिश्मे

सभी जीवों में कीटाणुओं से स्वयं की रक्षा करने की, रोगों से लड़ने की, और खुद को पहुँचे नुकसान की मरम्मत करने की विलक्षण शक्ति होती है। इसका एक उदाहरण है पाइपवाइन (एक प्रकार की लता), जो अपने तने में आई दरारों की मरम्मत कर लेती है। जब पेड़ों को काटा-छांटा जाता है, वे अपने घावों के गिर्द एक दीवार-सी बना लेते हैं। ये दीवारें उन जीवाणुओं को स्वस्थ पेड़ में फैलने से रोकती हैं, जो लकड़ी को सड़ा सकते हैं। इसके बाद वे घायल हुए हिस्से के ऊपर एक मोटी गंठीली परत (कैलस) बना लेते हैं।

सभी पशुओं की तरह हमारे शरीर में भी एक सशक्त रक्षक सेना होती है जो हमलावरों से हमारी रक्षा करती है - रोग प्रतिरोधक तंत्र (इम्यून सिस्टम)। ज़रा सोचिए कि किसी कीटाणु को हमें बीमार करने के लिए क्या-क्या करना पड़ता है। अव्वल तो उसे हमारी चमड़ी को पार कर अन्दर घुसना पड़ता है। अगर वह किसी चोट या खरोंच से होता हुआ अन्दर घुस भी आता है तो उसे उन खास कोशिकाओं से बचना पड़ता है जो शरीर की पहरेदारी करती हैं। जब जाकर वह किसी स्वस्थ कोशिका पर काबिज़ हो सकता है। अगर कीटाणु यहाँ तक पहुँच भी जाए, रोग प्रतिरोधक तंत्र के पास ऐसे तरीके होते हैं जो शरीर को उनसे लड़ने में मदद करते हैं।

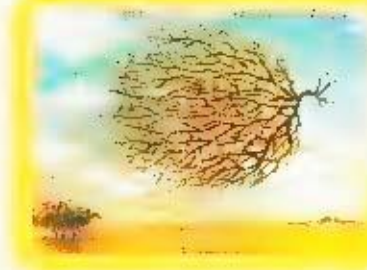
हमारा शरीर जिस तरह हमारी रक्षा करता है उसे समझ पाने के कारण चिकित्सक ओर वैज्ञानिक रोगों और संक्रमणों से लड़ने के नवाचारी तरीके ईजाद कर पाए हैं। पर कई बार इसका मतलब होता है प्रकृति से प्राप्त ज्ञान का उपयोग कर, प्रकृति के ही बनाए रक्षातंत्र तक पहुँचना।

गतिशीलता

1400 के अंतिम दशक में लियोनार्डो दा विंची ने ऐसे चित्र बनाए थे जो पक्षियों और यांत्रिक उड़ान की समझ को दर्शाते थे। उनके कई चित्रों में इन उड़न मशीनों को नियंत्रित करने वाले चालक भी दर्शाए गए हैं, जो अपनी बाज़ुओं को पक्षियों के पंखों की तरह फटकार रहे हों। उन्नीसवीं और बीसवीं शताब्दी में जर्मन इंजीनियर ऑटो लिलियनथाल और अमरीका के ऑरविल व विल्बर राइट ने भी उड़ान भरते पक्षियों का अध्ययन किया। इन अध्ययनों के बाद वे सफलतापूर्वक अपने हवाई जहाज़ को नियंत्रित करते हुए उड़ा सके - 1903 में राइट बंधु किटी हॉक में अपने यान को पहली उड़ान भरवा सके।

पर परिवहन का हरेक साधन प्रकृति से प्रेरणा नहीं लेता - शायद लेनी चाहिए। इंजीनियरों को अहसास होने लगा है कि उन्हें प्रकृति के समाधानों को क़रीब से देखना चाहिए ताकि हम अपनी डिज़ाइन में रह गई ख़ामियों को दूर कर सकें।

पक्षियों ने मनुष्य को उड़ने वाली मशीनें ईजाद करने की प्रेरणा दी, जिन्होंने अंततः आज के हवाई जहाज़ों का रूप लिया।

अगर तुम्हारा घुटना छिल जाता है तो खून बहने लगता है। तुम्हारा शरीर इस बहाव को रोकना चाहता है, सो कुछ विशेष कोशिकाएं, जिन्हें प्लेटलैटस् कहा जाता है, घाव की ओर भागी आती हैं और एक दूसरे से चिपक जाती हैं और एक थक्का (क्लॉट) बनाती हैं। यह थक्का सूख कर एक खुरंट/पपड़ी में बदल जाता है। इस पपड़ी के नीचे नई चमड़ी उग आती है। वैज्ञानिकों ने ठीक होने की इस प्रक्रिया की नकल हवाई जहाज़ों के लिए की है। उन्होंने एक नई तरह का प्लास्टिक बनाया है जो क्षतिग्रस्त हवाई जहाज़ को खुद की मरम्मत करने देगा। इस नए प्लास्टिक में छोटी नलकियाँ (ट्यूबें) जड़ी होती हैं, जिनमें से कुछ में एपॉक्सी (एक तरह का गोंद) भरा होता है और दूसरों में ऐसा द्रव्य जो सामग्री को सख्त बनाता है। उदाहरण के बतौर, अगर टक्कर के कारण जहाज़ के प्लास्टिक को नुकसान हो जाए तो ये ट्यूबें भी टूटती हैं। उनमें भरी सामग्री बाहर निकलती है और आपस में मिलती और तब सख्त हो जाती है।

इससे अस्थाई तौर पर वह दरार बन्द हो जाती है और जहाज़ स्थाई मरम्मत के लिए सुरक्षित लौट पाता है।

जब कीट-पतंग झुंड में उड़ते हैं, उनके पंख एक-दूसरे के बिलकुल क़रीब होते हैं, पर वे एक-दूसरे से या किसी दूसरी चीज़ से टकराते नहीं हैं। अफ्रीकी टिड्डे अपने सामने के इलाकों को अपनी आँखें के पीछे बने डिटैक्टरों (शोधकों) से स्कैन कर लेते हैं।

मधुमक्खी की मिश्रित आँखें और भी बड़े क्षेत्र का स्कैन कर सकती हैं, लगभग पूरे 360 डिग्री के क्षेत्र का। जैसे ही उन्हें किसी रुकावट का पता चलता है, ये दोनों ही कीट अपनी दिशा बदलने का संकेत भेजते हैं। क्या ये कीट कार बनाने वालों को टक्कर होने से बचने के बारे में कुछ सिखा सकते हैं? क्या भावी कारों में कोई ऐसा तंत्र जोड़ा जा सकता है जो सामने आने वाली वस्तु को पहचान ले और चालक के बिना कुछ किए स्वतः ही उससे टकराने से बच जाए?

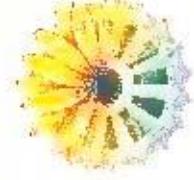
विश्व की सबसे तेज़ रेलगाड़ियों में एक है शिनकानसेना या बुलैट ट्रेन, जो टोक्यो और हाकाटा के बीच 300 कि.मी. की रफ्तार से चलती है। इसके शुरुआती मॉडल (प्रारूप) भारी शोर करते थे। इसलिए क्योंकि ये ट्रेनें सुरंगों के बीच बेहद तेज़ी से गुज़रती थीं और उनके सामने हवा का एक कुशन बन जाता था। जब वे सुरंग से बाहर निकलती थीं दबी हुई हवा अचानक तेज़ी से फैलती और ऐसी तूफानी गर्जना-सी आवाज़ निकालती थीं जिसे दूर तक सुना जा सकता था। किंगफिशर (किलकिला) भी जब मछली पकड़ने के लिए पानी में डुबकी लगाता है, तो हवा के दबाव में ठीक इसी तरह का अचानक आया अन्तर अनुभव करता है। तो कायदे से इससे एक बड़ा छपाका होना चाहिए, पर ये पक्षी पानी में घुसते समय तरंगें तक पैदा नहीं करते। सो इंजीनियरों ने बुलैट ट्रेन के अगले हिस्से को किलकिले की चोंच जैसा लम्बा और पैना बना डाला, ताकि वह हवा को आसानी से काट सके। अब नई बुलैट ट्रेनें न केवल अधिक शान्त हैं, उन्हें चलाने के लिए अब कम ईंधन की ज़रूरत पड़ती है।

पानी के नीचे बनी पहली प्रमुख सुरंग लंदन, इंग्लैण्ड में थेम्स नदी के नीचे बनाई गई थी। यह सुरंग एक शिपवर्म (केंचुआनुमा जहाज़ी कीड़ा) और इंजीनियर इसैमबार्ड बुनैल के बीच अचानक हुई मुलाकात के कारण बन सकी। इस कीड़े की सुरंग बनाने की शुरुआती कोशिशें नाकाम रहीं क्योंकि उसकी दीवारें ढह जाती थीं। बुनैल ने ग़ौर किया कि शिपवर्म लकड़ी को अपनी उस कठोर खोल से खोदता था जो उसके मुलायम सिर को बचाता है। तब वह ताज़ा खोदे गए छेद के गिर्द चूना भरता था ताकि बुरादा ढह न जाए। बुनैल को अहसास हुआ कि यही सुरंग बनाने का सही तरीका है। सो उसने थेम्स नदी के नीचे सुरंग बनाने के लिए एक लोहे से बनी ढाल का इस्तेमाल किया, जो खुदाई करने वाले मज़दूरों को ढहती मिट्टी से सुरक्षित रखती थी। और तब ताज़ा खोदे गए हिस्से को तेज़ी से ईंटों की परत से ढक दिया जाता था, ताकि सुरंग की दीवारें ढह न जाएं।

अफ्रीका के नामिब रेगिस्तान में हर साल 2.5 से.मी. (1 इंच) से भी कम बारिश होती है। सो वहाँ पानी की एक-एक बूंद कीमती है। नामिब गुबरैला (बीटल) रात की धुंध को एकत्रित करता है। वह अपने खोल को टेढ़ा कर उसे एक फिसलपट्टी की शक्ल देता है। उसकी खोल पर बने हाइड्रोफाइलिक (जल प्रेमी) उभार धुंध की बूंदों को आकर्षित करते हैं और इन उभारों के बीच हाइड्रोफोबिक (जल विरोधी) वादियाँ इन हल्की बूंदों को भारी बूंदों में बदलती हैं, जो उसकी पीठ से गुज़रते हुए उसके मुँह में जा गिरती हैं। सूखे इलाकों में पानी एकत्रित करने के लिए इंजीनियर ऐसी सामग्री से बने तंबुओ और इमारतों को बनाने पर विचार कर रहे हैं जो गुबरैले की खोल की नकल करती हो।

जब चक्रवात तेज़ी से बढ़ता है या घुमन्तु बाज़ अपने शिकार के लिए नीचे झपटता है तो वे कुंडली बनाते हुए या सर्पिल तरीके से (स्पाइरल) घूमते हैं। प्रकृति में आम इन स्पाइरलों ने इंजीनियरों को प्रेरणा दी कि वे पंखों, मिक्सरों, और टर्बाइनों को नया रूप दें। ये नई ब्लेडें (फलक) तरल पदार्थ या हवा को एक सीध के बदले स्पाइरल में खींचते-धकेलते हैं। स्पाइरल से प्रेरित ब्लेड अन्य ब्लेडों से अधिक असरकार और कम शोर करने वाले होते हैं।

बेतुलसी (हॉर्नबीम) का पत्ता अपने पत्ते की कली की तुलना में बहुत ही बड़ा होता है। प्रकृति इतने बड़े पत्ते को इतने छोटे-से खोल में कैसे ठूंसती है? यह पता उस पर बने कोणीय चुन्नटों में मुड़ा होता है। वैज्ञानिकों की उम्मीद यह है कि वे मोड़ने/तह लगाने की इस तकनीक का उपयोग अंतरिक्ष में भेजे जाने वाले सौर पैनलों को एक छोटी-सी जगह में अंटाने के लिए कर सकेंगे। अंतरिक्ष में पहुँचने के बाद ये पैनल खुलेंगे और सौर्य ऊर्जा को एकत्रित करने के लिए एक बड़ी सतह उपलब्ध करवाएंगे।

कारगर डिज़ाइनें

प्रत्येक पौधा, पशु और कीट प्रकृति की इंजीनियरिंग का करिश्मा है, जो तकरीबन 4 अरब वर्षों में क्रमशः सुधार कर सटीक बनाया गया है। हरेक सजीव वस्तु उस तरह काम करती है जो उसे बचे रहने में मदद करे, फिर चाहे वह कितना भी अजीब क्यों न लगता हो। प्रकृति की डिज़ाइनों का नतीजा ऐसे करतबों में होता है, जिनको हासिल करने का इन्सान बस सपना भर देख सकता है। जुगनू अपना प्रकाश खुद बनाते हैं। मेंढ़क जो सर्दियों में जम जाते हैं, हर बसन्त में फिर से ज़िन्दा हो जाते हैं। पक्षी बिना दिशादर्शक (कम्पस) या नक्शों के हज़ारों मील दूर अपने गन्तव्य पर पहुँच जाते हैं।

हम नहीं जानते कि हमारे आविष्कार कभी भी प्रकृति की श्रेष्ठतम रचनाओं के करीब पहुँच भी सकेंगे या नहीं। पर अगर हम प्रकृति की डिज़ाइनों और उनके पीछे की हमारी वैज्ञानिक समझ को जोड़ दें, तो हम काफ़ी क़रीब पहुँच सकते हैं।

जुगनू रासायनिक प्रक्रिया द्वारा अपने शरीर में प्रकाश का उत्पादन करते हैं।

प्रदूषण मुक्त ऊर्जा

जीवाश्म ईंधन - पेट्रोल, प्राकृतिक गैस और कोयला - करोड़ों साल के दौरान बने थे। जब हम इनका उपयोग कर लेते हैं, तो उन्हें वापस नहीं पैदा किया जा सकता। पर जीवाश्म ईंधन की अकेली यही समस्या नहीं है। जब कोयले या पेट्रोल को जलाया जाता है वे 'ग्रीन हाउस गैसें' जैसे कार्बन डाइऑक्साइड का उत्सर्जन करते हैं, जो भूमण्डल को गर्म करने में योगदान देती हैं। ये गैसें एसिड वर्षा और प्रदूषण का कारण भी बनती हैं। इससे हमें और हमारे ग्रह को नुकसान होता है। प्राकृतिक गैस को जलाने से उत्सर्जन कम होता है, पर जलवायु परिवर्तन में उसका भी योगदान होता है। ज़ाहिर ही है कि हमें भिन्न प्रकार के ऊर्जा स्त्रोतों की ज़रूरत है।

हमने हरित तकनीकें विकसित कर नवकरणीय संसाधनों से ऊर्जा बनाना शुरू कर दिया है, जैसे वायु, जल तरंगों, सूर्य की किरणों और हाइड्रोजन से। पर इनसे जितनी ऊर्जा मिल पाती है उसकी मात्रा उन्हें बनाने पर हुए खर्च के अनुपात में काफ़ी नहीं होती। सो फिलहाल ऊर्जा के ये संसाधन हाशिए पर बने हुए हैं।

हरित ऊर्जा का व्यापक उपयोग किया जा सके उसके पहले हमें उसके उत्पादन के सस्ते और अधिक कारगर तरीके तलाशने होंगे। इसके लिए वैज्ञानिक प्रकृति की ओर मुड़ रहे हैं जो बिना तेल की एक बूंद खर्चे या कण भर भी प्रदूषण फैलाए बिना ही समूचे प्राकृतिक जगत को चलाती है।

जलविद्युत बांधों ने दिखाया है कि हम पानी की ऊर्जा का दोहन कर सकते हैं। क्या हम जल, वायु और सूरज के प्रकाश की ऊर्जा को भी प्राप्त कर सकते हैं?

ईंधन के रूप में हाइड्रोजन आदर्श है। अगर उसे सही स्थितियों में जलाया जाए तो उससे केवल गर्मी और पानी ही उत्सर्जित होते हैं। फिलहाल हमारा अधिकांश हाइड्रोजन प्राकृतिक गैस से प्राप्त होता है, जो जीवाश्म ईंधन है। सो हम यह दावा नहीं कर सकते कि वह सौ फी सदी हरित है। पर जल्द ही अधिक हरित हाइड्रोजन तकनीकें आने वाली हैं, जिसमें नीले-हरे बैक्टीरिया से हाइड्रोजन प्राप्त हो सकेगा। ये प्राचीन सूक्ष्म जीवाणु (माइक्रोब्स) सूरज के प्रकाश तथा हाइड्रोजेनीस एंज़ाइम का उपयोग कर पानी से हाइड्रोजन निकाल सकते हैं। कुछ वैज्ञानिक उन तकनीकों की छानबीन कर रहे हैं जिनसे बैक्टीरिया की मदद से हाइड्रोजन बनाया जा सके, तो कुछ अन्य वैज्ञानिक अपनी तरह का एंज़ाइम विकसित करने में जुटे हैं।

तुम समुद्र की लहरों को चट्टानों से टकराते देख यह समझ जाओगे कि उनमें कितनी ताकत भरी हुई है। मुश्किल यह है कि इस ताकत का दोहन कैसे किया जाए? इसका राज़ क्या है? तुम्हें बहाव के साथ जाना होगा और ऊर्जा एकत्रित करने के ऐसे उपकरण का उपयोग करना होगा जो सिवार (कैल्प यानी एक प्रकार की समुद्री घास) की तरह हो और उसकी ही तरह काम करता हो। इस उपकरण को समुद्र तल में मज़बूती से ऐसे आधार से जुड़े रहना होगा जैसे सिवार की जड़ें उसे अपने स्थान पर टिकाए रखती हैं। इस उपकरण की ब्लेडें (फलक या पंखे) लहरों के नीचे सिवार के पत्तों की तरह हिलते हुए ऊर्जा को सोखेंगे। यह ऊर्जा उपकरण में स्थित जनरेटर में संचारित होगी ताकि बिजली का उत्पादन किया जा सके।

वायु की शक्ति पवन-चक्की तक पहुँच उसके पंखों को घुमाती है। पर अगर हवा बहुत तेज़ या बहुत धीमे बहे तो ये पंखे घूमना बन्द कर देते हैं। इसे स्टॉलिंग या अटक जाना कहते हैं। पर किस्मत से प्रकृति को भी इस समस्या का सामना करना पड़ा है और उसने इसका समाधान तलाश लिया है। उदाहरण के लिए हम्पबैक व्हेल (कूबड़ वाली व्हेल) जब तेज़ी से मुड़ती है, उसके लिए भी अटक कर थम जाने का ख़तरा रहता है। पर ऐसा इसलिए नहीं होता क्योंकि कुबड़ी व्हेल के पंखौटे (फिन्स) के अगले हिस्से पर बने उभार उसे आराम से मुड़ने देते हैं। वैज्ञानिकों ने कुबड़ी व्हेल से सीख कर पवन चक्कियों के पंखों पर उभार जोड़े हैं, जो उसके अचानक रुक जाने की संभावना को कम करते हैं।

कठोर स्थितियों से निपटना

प्रकृति में बहुत कुछ ऐसा है जो हमें हमारी रोज़मर्रा की ज़िन्दगी में प्रेरणा दे सके। पर यह जानना भी हमारे लिए फ़ायदेमन्द हो सकता है कि प्रकृति चरम परिस्थितियों से कैसे निपटती है। यह जानकारी हमें ऐसी सामग्रियाँ विकसित करने में मदद कर सकती है जो अत्यधिक गर्मी या ठण्डक में काम कर सकें, या हमें यह दिखा सकें कि अन्य ग्रहों की छानबीन करते समय प्रतिकूल वातावरण में कैसे बचा जा सकता है।

प्रकृति को चरम परिस्थितियों और उनमें रहने वाले जीवों का खूब अनुभव है। तो ऐसे अति से प्रेम करने वालों से मिलने को तैयार हो जाओ जो उन स्थानों में रहना पसन्द करते हैं जो हमें मार सकते हैं। एक्स्ट्रीमोफाइल शब्द एक्स्ट्रीम यानी अति और प्रेमी के लिए ग्रीक शब्द के योग से बना है। उदाहरण के लिए थर्मोफाइल खौलते पानी में पनपते है, साइक्रोफाइल को ठण्ड पसन्द आती है, और हेलोफाइल को नमक की तलब होती है। ये अति-प्रेमी (एक्स्ट्रीमोफाइल) प्रकृति के सुपर हीरो हैं - वे कठिनतम परिस्थितियों को झेल सकते हैं, और हम उनसे बहुत कुछ सीख सकते हैं।

समुद्र तल में बनी पत्थर की इन संरचनाओं को ब्लैक स्मोकर्स कहा जाता है। वे बेहद गरम रसायन उलीचते हैं जो अधिकतर जीवों को मार डालते हैं। पर वे थर्मोफाइल बैक्टीरिया को मार नहीं पाते, जो इन स्मोकर्स में रहते हैं। उन्हें तेज़ गरमी पसन्द है।

टार्डीगेड सूक्ष्म जलजन्तु है जो लघु भालुओं से दिखते हैं। वे दुनिया के सबसे विलक्षण जीवों में हैं। टार्डीगेड पानी की बूंदों में हर जगह रहते हैं। अगर पानी सूख जाता है तो वे नन्हीं गेंदों में सिकुड़ जाते हैं जिन्हें टनस् कहा जाता है। और वे सस्पैंडेड एनीमेशन (निलंबित प्राणवत्ता) में तब तक जीते हैं, जब तक वे फिर से गीले नहीं हो जाते। टनस् भारी दबाव, ऑक्सीजन का न होना, एक्स-रे, और 100 डिग्री सैल्सियस के ऊँचे और माइनस 200 डिग्री सैल्सियस के नीचे तापमान तक को सह सकते हैं। टार्डीगेड एक तरह की शर्करा (चीनी) बनाते हैं जिसे ट्रेहेलौस कहा जात है। यह शर्करा उन्हें बिना मरे सूख जाने देती है। कल्पना करें कि इस शर्करा को दवाओं, या प्रत्यारोपित (ट्रांसप्लान्ट) किए जाने वाले अंगों, या अन्तरिक्ष में लम्बा सफ़र करते वक्त हमें, ज़िन्दा रखने के लिए बुरका जा सकता है!

मैक्सिको की कुछ गुफाएं सड़े अण्डों जैसी बदबू मारती हैं और एक चिपचिपा तरल पदार्थ उसकी मेहराबदार छतों से लटकता है। इस पदार्थ को स्नॉटटाइट कहा जाता है। ये दरअसल बैक्टीरिया के समुदाय होते हैं। देखने में ये काफ़ी कुछ नाक के सेड़े (स्नॉट) जैसे लगते हैं। पर उनके प्रति वैज्ञानिकों के आकर्षित होने का यही एक कारण नहीं है। स्नॉटटाइट बैक्टीरिया ज़हरीली हाइड्रोजन सल्फाइड गैस को खा जाता है और मल के रूप में सल्फ्यूरिक एसिड का उत्पादन करता है। तो फिर इन गुफाओं में मौजूद गैसें और जला देने वाला एसिड इस बैक्टीरिया को खत्म क्यों नहीं कर डालता? वैज्ञानिक इसका जवाब तलाश रहे हैं, और यह जवाब उन ग्रहों की छानबीन करने में करने में हमारी मदद कर सकता है जिनका वातावरण ज़हरीला हो, या विषाक्त अपशिष्ट को निपटाने में भी मदद कर सकता है।

सर्दियों में वुड फ्रॉग (एक प्रकार के मेंढ़क) पत्तों के नीचे छिप जाते हैं और कभी-कभी तो तेज़ ठण्ड में बर्फ बन जम तक जाते हैं। पर बसन्त के आते ही वे वापस पिघलते हैं और यों उछलते-कूदते हैं मानों कुछ हुआ ही न हो! दरअसल सर्दियों के आते ही वे अपने शरीर में ग्लूकोज़ नामक शर्करा का उत्पादन बढ़ा देते हैं। इससे बर्फ के पैने स्फटिक (क्रिस्टल) उनकी कोशिकाओं को छेद नहीं पाते। वैज्ञानिक यह जानने की चेष्टा कर रहे हैं कि क्या ग्लूकोज़ प्रत्यारोपित (ट्रांसप्लैंट) किए गए अंगों की कोशिकाओं का जीवन भी बढ़ा सकता है। वर्तमान में दान किए गए अंगों जैसे दिल और गुर्दों का उपयोग कुछ ही घंटों में करना पड़ता है, अन्यथा वे काम करना बन्द कर देते हैं। क्या इसका मतलब यह भी हो सकता है कि किसी दिन हम अपने शरीर को जमा सकें और तब भविष्य में उसे फिर से जीवित कर सकें? खेद है कि ज़्यादातर वैज्ञानिकों का मानना है कि यह ख़याल वैज्ञानिक काल्पनिक कथाओं का हिस्सा है।

1969 में यलोस्टोन नैशनल पार्क के खौलते गर्म सोतों में थर्मोफाइलिक बैक्टीरिया को पाया गया। इसके कई सालों बाद वैज्ञानिकों ने इस बैक्टीरिया के ताप-रोधक एन्ज़ाइम के एक अणु से उसकी करोड़ों डीएनए प्रतियाँ बना लीं। इसके पहले वैज्ञानिक डीएनए की नकल नहीं बना पाते थे क्योंकि इसके लिए जिस तापमान की ज़रूरत होती है उसमें अधिकतर एन्ज़ाइम नष्ट हो जाते हैं। पर अब जो तकनीक विकसित हुई है उससे डीएनए के छोटे से हिस्से की भी नकल बनाई जा सकती है। इसका मतलब, उदाहरण के बतौर, यह है कि किसी अपराध स्थल से प्राप्त डीएनए के छोटे से अंश की कई नकलें बनाई जा सकती है। ये नकलें पुलिस को अपराध स्थल से प्राप्त डीएनए की संदिग्ध व्यक्तियों के डीएनए से तुलना करने के लिए पर्याप्त नमूने उपलब्ध करवा सकती हैं। जिस व्यक्ति का डीएनए समान हो, यह जानते ही अपराधी को पकड़ा जा सकता है।

प्रकृति के तौर-तरीकों से गणना (कम्प्यूटिंग)

कम्प्यूटर का आविष्कार किसने किया? स्वाभाविक ही है प्रकृति ने। सजीव वस्तुएं तब से कम्प्यूटिंग कर रही हैं, जब से वे अस्तित्व में आईं। वे सूचनाएं इकट्ठा करती हैं, उन सूचनाओं का संसाधन (प्रोसेसिंग) करती हैं, तब निर्णय लेती हैं, और उन निर्णयों को अमल में लाती हैं, ताकि वे उन प्रक्रियाओं को जारी रख सकें जो उन्हें जीवित रखती हैं।

सजीव वस्तुओं में कम्प्यूटिंग की जो शक्ति होती है उसकी बराबरी मानव निर्मित कम्प्यूटर कर ही नहीं सकते। सजीव वस्तुओं के मस्तिष्क में सैंकड़ों हज़ार न्यूरॉन (तंत्रिका कोशिकाएं) होते हैं जो एक साथ काम कर इन जीवों को पनपने देती हैं। इधर मानव निर्मित कम्प्यूटर अपनी गणना शक्ति के लिए ट्रांज़िस्टरों पर निर्भर करते हैं, जिन्हें प्रति सैकेण्ड किए जाने वाले कामों (औपरेशनस्) की संख्या से नापा जाता है। इस शक्ति को बढ़ाने का एक तरीका है कम्प्यूटर की चिप में और ट्रांज़िस्टरों को जोड़ना। जितने अधिक ट्रांज़िस्टर जोड़े जाएं, वह उतना बेहतर काम करेगा। पर जल्द ही हम उस बिन्दु पर पहुँचेंगे जहाँ एक सिलिकॉन चिप में और ट्रांज़िस्टर नहीं जोडे जा सकेंगे। इसलिए वैज्ञानिक नए विचार के लिए प्रकृति की ओर मुड़ रहे हैं। वे अणुओं, परमाणुओं और रासायनिक प्रक्रियाओं को देख ऐसे कम्प्यूटर रचने की कोशिश कर रहे हैं जो प्रकृति के बनाए नक्शे के अनुरूप हों।

मानव मस्तिष्क की तंत्रिका कोशिकाओं को न्यूरॉन कहा जाता है, वे सूचनाओं को एक से दूसरे तक पहुँचाती हैं।

इज़रायल में बनाया गया एक जैविक (बायोलॉजिकल) कम्प्यूटर एक सैकण्ड में 330 खरब (ट्रिलियन) कार्य (ऑपरेशनस्) कर सकता है। यह सबसे तेज़ पर्सनल कम्प्यूटर (पी.सी.) से 1 लाख गुना अधिक रफ्तार से काम करता है। यह इज़रायली कम्प्यूटर तुम्हारे पी.सी. जैसा नहीं दिखता, यह पानी-सा दिखता है। इस स्वच्छ तरल की एक बूंद में एक खरब डीएनए व एन्ज़ाइम के अणु होते हैं। जिस तरह हमारे कम्प्यूटर नतीजे तक पहुँचने के लिए प्रोग्राम कोड को पढ़ते और लागू करते हैं, ठीक उसी तरह यह जैविक कम्प्यूटर एन्ज़ाइम का उपयोग कर डीएनए में कूटबद्ध (एनकोडेड) सूचनाओं को पढ़ता है, उन्हें संसाधित करता है, ताकि नतीजे तक पहुँच सके। पर ठहरो अपने कम्प्यूटर को तुरंत रीसायकल मत कर देना। क्योंकि यह जैविक कम्प्यूटर तेज़ ज़रूर है, और उसकी तेज़ गति अणुओं की संख्या से आती है, पर वे कुछ सीमित काम ही कर सकते हैं। कम से कम इस समय तक।

डाएटॉमस एक कोशिका वाले जीव हैं जिनके गिर्द लेसनुमा खोल होती है। यह खोल सिलिका से बनी होती है। यह उसी सामग्री के समान है जिससे हमारे कम्प्यूटर की चिप्स् बनती हैं। हाल में वैज्ञानिकों ने पता लगाया है कि डाएटॉमस की खोल निर्माण प्रक्रिया को उनके जीन्स (वंशाणु) नियंत्रित करते हैं। डाएटॉमस अपनी खोल कैसे बनाते हैं यह जानने-समझने की दिशा में यह पहला कदम है। वैज्ञानिकों को उम्मीद है कि वे इस प्रक्रिया की नकल कर ज़हरीले रसायनों और तेज़ तापमान का इस्तेमाल किए बिना सिलिकॉन कम्प्यूटर चिप्स् बना सकेंगे।

अति तेज़ फोटोनिक कम्प्यूटर (जो बिजली के बदले प्रकाश से चलते हैं) का भविष्य ब्राज़ीलियन बीटल (भृंग) की पीठ पर टिका हो सकता है। भृंग की खोल के शल्क स्फटिक (क्रिस्टल) से बने होते हैं, और इस तरह व्यवस्थित होते हैं कि केवल कुछ ही तरंग-लम्बाई के प्रकाश खोल को बेध पाते हैं, दूसरे नहीं। इससे भृंग हर कोण से चमकीला हरा नज़र आता है। कम्प्यूटर वैज्ञानिकों को लगता है कि क्रिस्टलों को इसी तरह व्यवस्थित कर वे भी फोटोनिक कम्प्यूटरों में प्रकाश को नियंत्रित कर सकेंगे।

कल्पना करें कि मंगल ग्रह पर टिड्डे कूद रहे हों और तिलचट्टे इधर-उधर दौड़ रहे हों - वैज्ञानिकों ने यह कल्पना की। मंगल ग्रह खड्डों और चट्टानों से भरा है जो पहियों पर चलने वाले रोबोटों के लिए चलना, आगे बढ़ना मुश्किल बनाता है। पर जो रोबोट कूद सकते हैं या ऊपर चढ़ सकते हैं, वे वहाँ के लिए सही होंगे। टिड्डों की टांगों में जो प्राकृतिक लचक है, उससे प्रेरणा ले वैज्ञानिकों ने ऐसा रोबोट बनाया है जिसका वज़न कागज़ की क्लिप से भी कम है, और जो अपनी ऊँचाई से 27 गुना अधिक उछल सकता है। कुछ दूसरे वैज्ञानिकों ने तिलचट्टे की नकल की है। असली तिलचट्टों की ही तरह इस रोबोट तिलचट्टे के छह मज़बूत पैर हैं और कम गुरुत्वाकर्षण के कारण वह बिना अपनी रफ्तार कम किए सामने आने वाली बाधाओं पर चढ़ सकता है।

भूकम्प के बाद मलबे के नीचे दबे पीड़ितों को तलाशना या जिस इमारत में आग लगी हुई हो उसमें फंसे लोगों तक पहुँचना साँप के लिए आसान है। साँप तंग जगहों के ऊपर-नीचे या इर्द-गिर्द सिकुड़ कर आसानी से निकल सकते हैं। पर साँपों पर भरोसा नहीं किया जा सकता। सो असली साँपों की जगह इंजीनियरों ने उनसे प्रेरणा ले साँप जैसे रोबोट बनाए हैं। उनके शरीर में अनेक जोड़ हैं इसलिए वे साँपों की ही तरह इधर-उधर मुड़ते हुए आगे रेंग सकते हैं। इस रोबोट के सिर और बाहरी आवरण पर संवेदक (सेंसर) लगाए गए हैं, जो बाधाओं से बचने में मदद करते हैं। क्योंकि वे ज़मीन से सट कर आगे बढ़ते हैं, उनके उलटने या अटकने की की संभावना भी नहीं रहती।

जब कोई रोबोट किसी चीज़ से टकरा जाए तब वे थम सकते हैं या अपनी दिशा बदल सकते हैं। पर बेहतर यह है कि वे टकराएं ही नहीं। सो वैज्ञानिकों ने चूहों से प्रेरणा ली। चूहे अपनी मूछों के बालों को आगे-पीछे कर अंधेरी जगहों में भी अपनी राह तलाश लेते हैं। वे मूंछों के सहारे रास्ते में आने वाली चीज़ों या अटकावों की जानकारी इकट्ठा करते हैं। रोबोटिक विशेषज्ञ ऐसे संवेदकों (सेंसर) पर काम कर रहे हैं जो रोबोट को यह पता लगाने देंगे कि कोई चीज़ कहाँ है, वह कितने पास है, उसका आकार, आकृति और बनावट क्या है।

रोबोटिक समुदाय में कीटों के पंखो ने फड़फड़ाहट मचा रखी है। वैज्ञानिक ऐसे छोटे हवाई रोबोट बनाने की कोशिश में हैं जिनके फड़फड़ाने वाल पंख हों, ताकि वे उड़ते समय घूम कर रास्ता बदल सकें, या हवा में एक ही जगह बने रहें, और बिना हवाई पट्टी के उड़न भर सकें। इन नन्हे रोबोटिक कीटों को माइक्रो एयर विहिकल्स् (सूक्ष्म पवन वाहन, या एमएवी) कहा जाता है। इनका उपयोग भूकम्प के बाद मलबे में दबे पीड़ितों को खोजने या आतंकवादियों की जासूसी करने के लिए किया जा सकता है। किसी दिन ये एमएवी मंगल ग्रह की सतह की छानबीन कर सकते हैं, जो सामान्य हवाई वाहन नहीं कर सकते क्योंकि मंगल का वायुमण्डल हल्का है। यह वायुमण्डल सामान्य हवाई यानों को ज़मीन से उठ कर हवा में उड़ने नहीं देता।

मशीनें जो पशुओं की तरह चलती हों

क्या तुम बता सकते हो कि रोबोट क्या होते हैं? हो सकता है कि तुम कोई सटीक परिभाषा न दे पाओ। विशेषज्ञ यह कहते हैं: एक ठेठ रोबोट अपने वातावरण को महसूस कर पाता है, तब स्वचालित नियंत्रण या उसके प्रोग्राम में डाले गए क्रम के अनुसार यह तय करता है कि किस तरह से प्रतिक्रिया करनी है। वह बिना मानव की मदद के खुद को या अपने किसी भाग को चला/बढ़ा पाता है।

पुरानी काल्पनिक विज्ञान कथाओं में, टेलिविज़न कार्यक्रमों और फिल्मों में रोबोट को मनुष्य या पशुओं की तरह काम करते दर्शाया जाता था। पर वास्तविक जीवन में ऐसे रोबोट को रच पाना मुश्किल है जो इन्सानों या पशुओं की नकल में बने हों। रोबोटिक इंजीनियरों के लिए रोबोटों से सरल काम करवाना, जैसे पेन्सिल उठवा पाना, भी एक चुनौती होता है। रोबोटों को स्वाभाविक रूप से चलवाने के लिए वे कीटों व पशुओं और उनके चलने वाले अंगों का अध्ययन करते हैं। तब जो कुछ उन्होंने सीखा उसे ऐसे रोबोट बनाने में इस्तमाल करते हैं जो बोध कर पाएं, चल या अंग संचालन कर पाएं और आस-पास के वातावरण से ऐसी अंतरक्रिया कर पाएं जैसे सजीव वस्तुएं करती हैं।

रोबोटिक विशेषज्ञों का एक लक्ष्य है ऐसे रोबोटिक हाथ को डिज़ाइन करना जो ठीक तुम्हारे हाथ जैसे काम करता हो।

...और इन्सानों की तरह सोचती हों

अपना खास व्यक्तित्व रखने वाले रोबोट एक समय केवल काल्पनिक कथाओं में मिलते थे। असली जीवन में रोबोटों को इन्सानों की तरह होने की ज़रूरत नहीं थी। वे केवल ऐसे काम करते थे जो मनुष्य के लिए बेहद ख़तरनाक या उबाऊ हों, और वे अमूमन अकेले काम करते थे।

पर समय बदल रहा है। रोबो-वैक्यूम से लेकर रोबो-पैट (पालतू जानवर) तक, अब परिवारों का हिस्सा बनने लगे हैं। क्या कुछ समय बाद वे घर-घर में मिलेंगे? रोबोटों का उपयोग अब अस्पतालों और देखभाल गृहों में थेरेपी (उपचार) देने के लिए या साथ देने के लिए किया जाने लगा है। इन्हें सामाजिक रोबोट के नाम से जाना जाता है।

क्योंकि सामाजिक रोबोट सामान्य इन्सानों की तरह बरताव करते हैं - उदाहरण के लिए वे तब मुस्कुराते हैं जब आस-पास के लोग खुश हों, या तब पीछे हट जाते हैं जब लोग दुखी हों। प्रकृति से संकेत ले वैज्ञानिक यह अध्ययन कर रहे हैं कि बच्चे कैसे सीखते हैं और लोग कैसे अंतरक्रिया करते हैं, ताकि वे अधिक वास्तविक रोबोट बना सकें, जो रोज़मर्रा की परिस्थितियों में इन्सानों को उचित प्रतिक्रिया दे सकें।

शिशु रोबोट को क्या सिखा सकते हैं? बहुत कुछ! कम्प्यूटर वैज्ञानिक शिशुओं का अध्ययन यह जानने के लिए कर रहे हैं कि वे आखिर सीखते कैसे हैं। एक परियोजना में वैज्ञानिकों ने बच्चों को अपनी माताओं के साथ पीक-ए-बू (लुका-छिपी) और दूसरे खेल खेलते हुए फिल्माया। हरेक क्षण के लाखवें दर लाखवें हिस्से का, शिशु के हिलने-डुलने का, वह किस तरह प्रतिक्रिया कर रहा है उस सबका शोधकर्ता विश्लेषण कर रहे हैं। वे इस जानकारी का उपयोग ऐसे प्रोग्राम विकसित करने के लिए करेंगे, जो रोबोटों से ठीक ऐसा ही आचरण करवाए।

क्या रोबोट बता सकते हैं कि आप खुश हैं या उदास? जो वैज्ञानिक फीलिक्स ग्रोइंग परियोजना में भागीदारी कर रहे हैं वे ऐसे रोबोट विकसित कर रहे हैं जो मनो-भावनाओं को भांप सकें और उनके अनुसार प्रतिक्रिया कर सकें। रोबोट के अन्दर लगाए गए कैमरा और संवेदक (सेंसर) पास खड़े इन्सान की भावनाओं के संकेतों का पता लगा सकते हैं, जैसे चेहरे के हाव-भाव, आवाज़ में आए बदलाव, सिर और हाथों का हिलना। रोबोट के कम्प्यूटर का सॉफ्टवेयर रोबोट को यह बताता है कि उसे कैसे प्रतिक्रिया करनी है, ठीक उसी तरह जैसे हमारे मस्तिष्क की तंत्रिकाएं हमें यह सब बताती हैं। अगर सामने वाला इन्सान कोई भय दर्शाता है तो रोबोट का कम्प्यूटर उसे पीछे हटना सिखाता है। कोई मुस्कुराता है, तो वे भी मुस्कुराते हैं या पास आ जाते हैं।

कई बच्चे जिन्हें ऑटिज़्म (एक प्रकार का मनोविकार) है, वे लोगों को झेल नहीं पाते, पर मशीनी उपकरणों के प्रति आकर्षित होते हैं। ऐसे में सजीव आचरण करने वाले रोबोट, जिनमें दोनों तरह के गुण हों, मदद कर सकते हैं। ये रोबोट संप्रेषण कर सकते हैं, मनुष्य की तरह बोल और हल-चल पर प्रतिक्रिया कर सकते हैं। हो सकता है कि ऐसे रोबोट असली लोगों से सहज होने में ऑटिस्टिक बच्चों की मदद कर सकें।

प्रोटीन दरअसल चरम नैनो-मशीनें (अति-सूक्ष्म मशीनें) हैं। वे तुम्हारे शरीर के अन्दर तमाम ऐसे काम करते हैं जो तुम्हें जिन्दा रखते हैं। प्रोटीन, एमीनो एसिड की परस्पर जुड़ी लचीली ऋृखलाएं होती हैं जो स्वतः ही उस तरह का आकार बना लेती हैं जिसकी ज़रूरत उसे किसी काम को पूरा करने के लिए हो। रसायनशास्त्री वर्षों से यह सपना देखते रहे हैं कि वे चिकित्सकीय व औद्योगिक उपयोग के लिए प्रकृति की प्रोटीन बनाने की प्रक्रिया की नकल कर अपना मनचाहा प्रोटीन बना सकें। उन्हें प्रकृति की विधि से एमीनो एसिडों को साथ जोड़ प्रोटीन बनाने में कुछ सफलता मिली है। पर वे इस कृत्रिम प्रोटीन को आवश्यक आकार में तह कैसे दें, इस सवाल से अब भी जूझ रहे हैं।

डीएनए नैनोटेक्नॉलजी के लिए उम्दा निर्माण सामग्री है। डीएनए का प्रत्येक तन्तु चार आधारों से बना होता है, जिन्हें संक्षेप में ए, जी, सी, और टी कहा जाता है। हर आधार एक विशेष साझेदार के प्रति आकर्षित होता है - ए, टी के प्रति और जी, सी के प्रति। जब आधार को अपना साझेदार मिल जाता है वह उससे चिपक जाता है। इससे ही डीएनए की छोटी दोहरी, टेढ़ी-मेढ़ी सीढ़ी (डबल स्ट्रैन्डेड ट्विस्टेड लैडर) बनती है जो तुम्हारी हरेक कोशिका में मिलती है। वैज्ञानिक अब इन आधारों को एक साथ पिरो कर टैस्ट-ट्यूब (परीक्षण नली) या बीकर (टोंटीदार पात्र) में डीएनए के तन्तु बना सकते हैं। डीएनए के हिस्से अन्य डीएनए के हिस्सों से जुड़ कर चैकोर, क्रास या दूसरे आकार बना सकते हैं। इन संरचनाओं को काट कर और एक-दूसरे से चिपका कर त्रिआयामी संरचनाएं बनाई जा सकती हैं। इन संरचनाओं के अनेकों संभावित उपयोग हो सकते हैं। हो सकता है कि भविष्य में किसी दिन वे अधिक बड़े मॉलिक्यूल्स (अणु समूह) को साथ जोड़े रख सकें या नैनो आकार के मशीनी उपकरणों का हिस्सा बनें।

छिपकलियाँ छतों पर इसलिए चिपकी रह सकती हैं क्योंकि उनके पैरों पर लाखों नैनो आकार के बाल होते हैं। हरेक बाल और भी सूक्ष्म अरबों प्रक्षेपणों में बंटा होता है, जिन्हें स्पैच्युला कहा जाता है। प्रत्येक स्पैच्युला छत की सतह के व्यक्तिगत मॉलिक्यूलों से जिस तरह आकर्षित होता है, वह कमज़ोर ही होता है, पर क्योंकि उनकी संख्या अरबों में होती है वे मिल कर एक मज़बूत जुड़ाव बनाती हैं। अगर हाथी के पैरों में भी पर्याप्त स्पैच्युला होते तो उनका आकर्षण भी इतना ज़बरदस्त होता कि वे छत से चिपक उल्टा लटक जाते! वैज्ञानिक इस 'छिपकली टेप' को विकसित करने की कोशिश कर रहे हैं। ऐसी चिपचिपी पट्टियाँ जिन पर सूक्ष्म प्रक्षेपण हों जो सिर्फ कुछ ही नैनोमीटर लम्बी हों और छिपकली के पैरों की नकल करती हों। हो सकता है कि किसी दिन इसका उपयोग त्वचा प्रत्यारोपण में किया जा सके और वे घावों को बन्द करने वाले टांकों का स्थान ले सकें। या फिर उनका उपयोग रोबोट को दीवारों पर चढ़वाने के लिए किया जा सके।

प्रकृति की नैनो-टेक्नॉलजी

नमक के एक कण के आकार की किसी चीज़ की कल्पना करो। अब किसी ऐसी चीज़ की कल्पना करो जो उस कण से पाँच लाख गुना छोटी हो। यह नैनो-तकनीकों का क्षेत्र है।

नैनोतकनीकविद् ऐसे छोटे से छोटे उपकरणों या संरचनाओं को बनाने की कोशिश कर रहे हैं जो इस दुनिया को बदल डालें। उनके कुछ अजीबो-ग़रीब ख़यालों में ऐसा लेप (कोटिंग) शामिल है जो किसी वाहन को दुर्घटना में टकराने से पहले ही पीछे कुदवा सके; कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण जिससे सस्ती और स्वच्छ ऊर्जा पाई जा सके; अति सक्ष्म रोग नाशक रोबोट जो शरीर में प्रवेश कर हर जगह जा सकें; तरल जिरह-बख्तर; और अदृश्य करने वाले चोंगे तक!

पर वे इन चीज़ों की रचना कर सकें उसके पहले वैज्ञानिकों को यह पता लगाना होगा कि पदार्थ नैनो-जगत में कैसे आचरण करते हैं। सामान्य आकार की दुनिया में भौतिकशास्त्र के जो नियम लागू होते हैं वे अणुओं और परमाणुओं की दुनिया में हमेशा लागू नहीं किए जा सकते। उदाहरण के बतौर जब तुम किसी सेब को हाथों से छोड़ देते हो तो गुरुत्वाकर्षण उसे ज़मीन पर गिरा देता है। पर नैनो-जगत में गुरुत्वाकर्षण उन शक्तियों से कम बलवान होता है जो अणुओं को आपस में जोड़ती हैं। सो अगर नैनो-जगत में तुम एक सेब को छोड़ो तो हो सकता है कि वह नीचे गिरने के बदले तुम्हारे हाथ से चिपका रह जाए। स्थिति और जटिल इसलिए भी बनती है क्योंकि इतनी बारीक चीज़ों को बनाने के लिए और भी छोटे औज़ारों की ज़रूरत होगी।

नैनो-टेक्नॉलजी इन समस्याओं से अब जूझ रही हैं, पर प्रकृति इन अणुओं का उत्पादन तब से कर रही है जब से पृथ्वी पर जीवन की शुरुआत हुई थी। इस तरह के अनुभव के चलते प्रकृति शायद हमें ऐसी मशीनें बनाने के बारे में एकाध बातें सिखा सकती है, जिन्हें हज़ार की संख्या में वाक्य के अंत में आने वाले एक बिन्दु में सटा कर रखा जा सके।

सूक्ष्म नैनोबॉट किसी दिन मानव शरीर के अन्दर वायरस को नष्ट कर सकें।

उस तरह खेती करने में समझदारी है जिस तरह प्रकृति खेती करती है। जंगली घास के मैदानों में - जो दरअसल प्रकृति के खेत हैं - कई तरह के पौधे एक साथ उगे होते हैं। यह मिश्रण उगने वाले पौधों को बचे रहने की श्रेष्ठतम संभावना उपलब्ध करवाता है। अधिक लम्बे पौधे अपनी छाया से खरपतवार को उगने नहीं देते और अपने से छोटे पौधों को धूप से बचाते हैं। कुछ दूसरे पौधों की जड़ें मिट्टी को बांधे रखते हैं और उसे नम भी रखते हैं। कुछ पौधे दूसरों के लिए पोषक तत्व उपजाते हैं। अगर कीटों का हमला हो, तो संभावना यह रहती है कि कुछ ही पौधे नष्ट हों, पूरा मैदान नहीं। किसान प्रकृति से सीख सकते हैं कि वे केवल एक ही फ़सल बोने के बदले स्थानीय अन्नों की मज़बूत किस्मों का एक मिश्रण बोएं। मिश्रित फ़सल में पानी और खाद की ज़रूरत कम होगी। पौधे अपनी देखभाल खुद कर सकेंगे और कीटों के हमले से केवल कुछ ही किस्में नष्ट होंगी, पूरी फ़सल नहीं।

समुद्र तल पर मुट्ठी के आकार के डले बिखरे होती हैं जिन्हें नॉड्यूल कहा जाता है। इन डलों में कीमती धातुएं जैसे मैंगनीज़, निकल, ताम्बा और कोबॉल्ट होते हैं। पर समुद्र तल से इन धातुओं का खनन करना बहुत महंगा है, साथ ही इससे समुद्री जीवों के जीवन में खलल भी पड़ेगी। सो वैज्ञानिक उन माइक्रोब्स् (सूक्ष्म जीव) से कुछ सीखने की उम्मीद रखते हैं जो इन डलों पर जीते हैं। इन जीवों में एक बैसिलस एम1 है, जो इन धातुओं को घुला सकता है। वैज्ञानिक समुद्र और धरती से धातु एकत्रित करने की उसकी तकनीत को अनुकूलित करना चाहते हैं ताकि पुरानी बैटरियों जैसे अपशिष्ट से धातु वापस पाई जा सके।

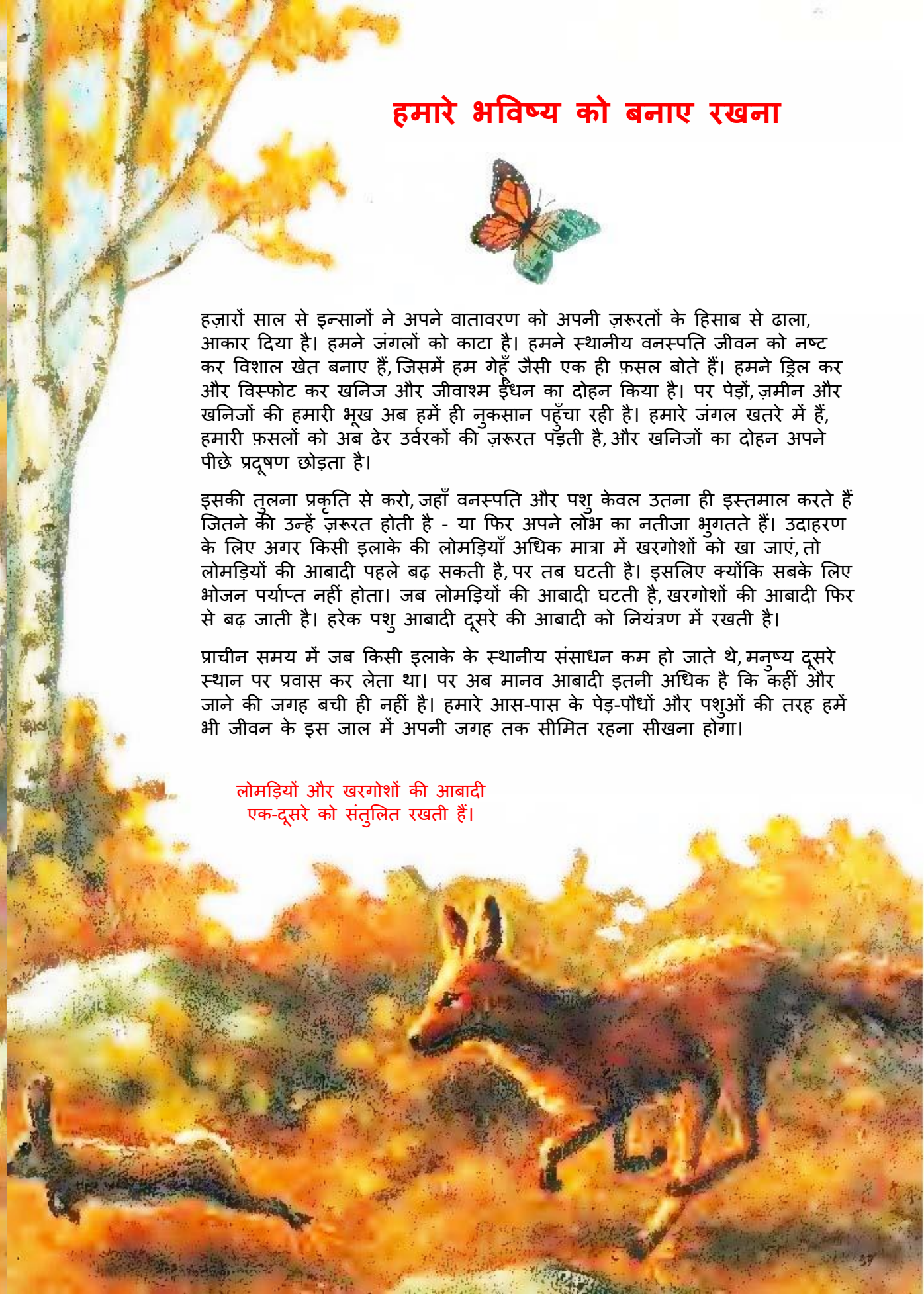
दलदली इलाके प्रकृति के फिल्टर (छन्नियाँ) हैं। जब पानी झीलों या दलदल में जाता है वह संरकंडों, खरपतवार और कई तरह के दलदली पौधें के सघन जाल से धीमे-धीमे रिसता हुआ नीचे जाता है। आपस में बुरी तरह से उलझी जड़ें और पते, पानी से गाद और अन्य प्रदूषकों को छानते हैं। इधर माइक्रोब्स् (सूक्ष्मजीव) जैविक सामग्रियों को तोड़ते हैं और पोषक तत्वों को रीसाइकल करते हैं। प्रकृति के उदाहरण से सीख कर कई कारखाने और शहर अब अपने अपशिष्ट पानी को मानव निर्मित दलदल से गुज़ारते हैं, जहाँ वह कई महीनों रहता-रिसता है ताकि दलदली पौधे और माइक्रोब अपना जादू चलाएं।

हमारे भविष्य को बनाए रखना

हज़ारों साल से इन्सानों ने अपने वातावरण को अपनी ज़रूरतों के हिसाब से ढाला, आकार दिया है। हमने जंगलों को काटा है। हमने स्थानीय वनस्पति जीवन को नष्ट कर विशाल खेत बनाए हैं, जिसमें हम गेहूँ जैसी एक ही फ़सल बोते हैं। हमने ड्रिल कर और विस्फोट कर खनिज और जीवाश्म ईंधन का दोहन किया है। पर पेड़ों, ज़मीन और खनिजों की हमारी भूख अब हमें ही नुकसान पहुँचा रही है। हमारे जंगल खतरे में हैं, हमारी फ़सलों को अब ढेर उर्वरकों की ज़रूरत पड़ती है, और खनिजों का दोहन अपने पीछे प्रदूषण छोड़ता है।

इसकी तुलना प्रकृति से करो, जहाँ वनस्पति और पशु केवल उतना ही इस्तमाल करते हैं जितने की उन्हें ज़रूरत होती है - या फिर अपने लोभ का नतीजा भुगतते हैं। उदाहरण के लिए अगर किसी इलाके की लोमड़ियाँ अधिक मात्रा में खरगोशों को खा जाएं, तो लोमड़ियों की आबादी पहले बढ़ सकती है, पर तब घटती है। इसलिए क्योंकि सबके लिए भोजन पर्याप्त नहीं होता। जब लोमड़ियों की आबादी घटती है, खरगोशों की आबादी फिर से बढ़ जाती है। हरेक पशु आबादी दूसरे की आबादी को नियंत्रण में रखती है।

प्राचीन समय में जब किसी इलाके के स्थानीय संसाधन कम हो जाते थे, मनुष्य दूसरे स्थान पर प्रवास कर लेता था। पर अब मानव आबादी इतनी अधिक है कि कहीं और जाने की जगह बची ही नहीं है। हमारे आस-पास के पेड़-पौधों और पशुओं की तरह हमें भी जीवन के इस जाल में अपनी जगह तक सीमित रहना सीखना होगा।

लोमड़ियों और खरगोशों की आबादी
एक-दूसरे को संतुलित रखती हैं।

शिक्षक प्रकृति

एक दृष्टि से हमारा भविष्य डरावना नज़र आता है। पिछली कुछ शताब्दियों में हम यह भूल चुके हैं कि हम इस धरती पर बसने वाली लाखों प्रजातियों में सिर्फ एक हैं। इस दुनिया को अपने उपयोग के लिए आकार देते हुए हम अपने ग्रह के अन्य जीवों के साथ संतुलन में जीना बन्द कर चुके हैं। हमने ज़रूरत से अधिक संसाधनों का उपयोग किया है और अत्यधिक अपशिष्ट पैदा किया है।

पर अच्छी ख़बर यह है कि समाधान भी हमारे इर्द-गिर्द ही हैं। वे मेपल के बीज की संरचना में, पक्षियों की चोंचों के आकार में, और तितलियों के पंखों के रंग में निहित हैं। हमें बस अवलोकन करना है और सीखना है।

अधिकाधिक वैज्ञानिक, इंजीनियर, वास्तुकार और व्यवसायी हमारी समस्याओं के लिए प्रकृति के समाधान तलाश रहे हैं। ऐसी मशीनों की कल्पना करो जो केवल सौर ऊर्जा का उपयोग करती हों। ऐसे कारखानों की कल्पना करो जो बायोडीग्रडेबल (जैविक रूप से सड़-गल जाने वाली) सामग्रियों का उत्पादन करते हों और अपने अपशिष्ट को रीसाइकल करते हों। ऐसे खेतों की कल्पना करो जो कीट-रोधक हों और खुद को अपने आप खाद देते हों। किसी दिन ये सपने भी सच्चाई में बदल सकेंगे। पर केवल तब, जब हम प्रकृति को अपना आदर्श बनाएं। हम जितनी ज़्यादा प्रकृति की नकल करेंगे उतनी यह संभावना भी बढ़ेगी कि हम धरती की अन्य प्रजातियों के साथ तालमेल और संतुलन बना पाएं।

जैसे-जैसे हमें यह अहसास हो रहा है कि प्रकृति हमें कितना कुछ सिखा सकती है, बायोमिमिक्री का आन्दोलन ज़ोर पकड़ रहा है। चीज़ों को 'प्राकृतिक तरीके से करना' दुनिया को अच्छे तरीके से बदलने का वादा करता है।

शब्दावली

एमीनो एसिड - वे छोटे कण जो प्रोटीन को रचने वाले खंड हैं।

एंटीबायोटिक - वह औषधि जिसका उपयोग रोगाणुओं को मारने के लिए किया जाता है।

ऑटिज़्म - मस्तिष्क का वह विकार जो व्यक्ति के अपने आस-पास की दुनिया को अनुभव करने के तरीके को प्रभावित करता है। ऑटिस्टिक बच्चों को खुद को अभिव्यक्त करने में, दूसरों के साथ बातचीत करने या संबंध बनाने में परेशानी आ सकती है।

बैक्टीरिया - ऐसे सूक्ष्म जीव जो केवल एक ही कोशिका से बने हों।

बायोमिमिक्री - ऐसी सोच जिसमें विचारों, प्रक्रियाओं, और तकनीकों को विकसित करने के लिए प्रकृति का मॉडल (आदर्श) के रूप में उपयोग किया जाता हो।

कैमोफ्लॉज - वह रणनीति जिसका उपयोग कर कुछ पशु या लोग चीज़ों या खुद को छिपाते हैं और आस-पास के वातावरण में घुलमिल जाते हैं।

गुरुत्वाकर्षण केन्द्र - किसी वस्तु का वह बिन्दु जिसके इर्द-गिर्द उसका वज़न बराबर से बंटा हुआ हो।

डीकम्पोज़ - सड़ना या मूलभूत हिस्सों में बिखर जाना।

डीएनए – डीऑक्सी-राईबोन्यूक्लिक-एसिड - प्रत्येक वनस्पति या पशु की कोशिका का वह अणु समूह (मॉलिक्यूल) जो कोशिका को बताता है कि उसे क्या करना है।

इकोलॉजिकल सिस्टम - पारिस्थितिकी तंत्र - किसी वातावरण में मौजूद सजीव वस्तुओं का समुदाय जो एक-दूसरे के साथ और निर्जीव वस्तुओं के साथ अंतरक्रिया करते हुए जीता है।

एमिशन - जिन पदार्थों का हवा में उत्सर्जन होता है; इन्हें अक्सर इंजनों या औद्योगिक प्रक्रियाओं का प्रदूषण कहते हैं।

एन्ज़ाइम - वे विशेष प्रोटीन जो अणु समूहों (मॉलिक्यूल्स) को एक साथ बांधते हैं, जिससे रासायनिक प्रक्रिया आरंभ या तेज़ होती है।

इवॉल्व - समय के साथ उद्‌विकास करना या अनुकूलित होते हुए बदलना।

फाइबर ऑप्टिकस - वह तकनीक जिसमें बेहद पतले काँच या प्लास्टिक का उपयोग सूचना को प्रकाश के रूप में प्रसारित करने के लिए किया जाता है।

फॉसिल फ्यूल्स् - जीवाश्म ईंधन, ऊर्जा के वे स्त्रोत जिनका नवीनीकरण नहीं किया जा सकता (कोयला, पेट्रोल, प्राकृतिक गैस) जो प्रागैतिहासिक काल की वनस्पतियों और पशुओं के अवशेष से बने हैं।

ग्लोबल वार्मिंग - प्राकृतिक कारणों या मानवीय गतिविधियों के कारण पृथ्वी की सतह के तापमान में होने वाली बढ़ोतरी।

हाइड्रोजन - एक रंगहीन व गंधहीन गैस जिसका उपयोग अप्रदूषणकारी ऊर्जा के रूप में किया जा सकता है।

इम्यून सिस्टम - कोशिकाओं व अंगों का समूह जो शरीर में रोगों से हमारी रक्षा करता है।

इरिडिसेंट - चमकीला इन्द्रधनुषी रंग जो देखने के कोण के हिसाब से रंग बदलता है।

माइक्रोब्स् - जीवाणु जो इतने सूक्ष्म हों कि उन्हें केवल सूक्ष्मदर्शी यंत्र से ही देखा जा सकता है।

मॉलिक्यूल्स - अणुओं का एक समूह जिसके खास गुण हों।

नैनोटेक्नॉलजिस्ट - वे वैज्ञानिक व इंजीनियर जो नैनों तकनीक के क्षेत्र में काम करते हों।

ऑर्गैनिक मैटर - जैविक पदार्थ, सजीव या किसी समय सजीव वस्तुओं की सामग्री जो प्राकृतिक रूप से सड़ने-गलने के काबिल हो।

ऑर्गेनिज़म - जीव।

फोटोसिंथेसिस - वह प्रक्रिया जिसका उपयोग हरे पौधे करते हैं ताकि वे कार्बन डाइऑक्साइड, पानी और प्रकाश की मदद से शर्करा और ऑक्सीजन बना सकें।

प्रीडेटर्स - वे पशु जो दूसरे पशुओं का शिकार करते हैं।

प्रोटीन - वे बड़े अणु समूह (मॉलिक्यूल्स) जो एमीनो एसिड की तह की गई श्रृंखलाओं से बने होते हैं और सजीव वस्तुओं के महत्वपूर्ण कार्य करते हैं।

सस्टेनेबल कम्युनिटीस् - जीवों के वे टिकाऊ समुदाय जो केवल उतने ही संसाधनों का उपयोग करते हैं जितने की उन्हें ज़रूरत होती है और यह सुनिश्चित करते हैं कि भावी पीढ़ियों के लिए पर्याप्त संसाधन बचे रहें।

ट्रांज़िस्टर - वह विद्युत उपकरण जो विद्युत तरंगों के प्रवाह को नियंत्रित करता है।

डोरा ली विज्ञान संबंधी विषयों पर लिखती हैं। वे अपने परिवार के साथ वैन्कूवर, ब्रिटिश कोलम्बिया, कनाडा में रहती हैं। उनका कार्य दवा उद्योग, जैव प्राद्योगिकी, और चिकित्सकीय उपकरण उद्योग का दस्तावेजीकरण करता है। वे विज्ञान के विषयों की छानबीन कर बच्चों के लिए लिखती हैं। वे *कैनेडियन एसोसिएशन फॉर गर्ल्स इन साइन्स* के लिए स्वैच्छिक कार्य भी करती हैं।

मार्गोट थॉमसन एक चित्रकार व डिज़ाइनर हैं, जिन्होंने बच्चों की अनेक पुस्तकों को चित्रित किया है। उन्होंने टोरान्टो विश्वविद्याालय में विज्ञान का अध्ययन किया तथा ऑन्टारिओ कॉलेज ऑफ आर्ट एण्ड डिज़ाइन से इलस्ट्रेशन व डिज़ाइन का अध्ययन किया। पुस्तकों को चित्रित करने के साथ वे टोरान्टो के रॉयल ऑन्टारिओ म्यूज़ियम में प्रदर्शनी डिज़ाइनर के रूप में भी काम करती हैं।